COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 MARS 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de Pâques, la séance de lundi prochain 6 avril sera remise au mardi 7.

M. F. **Tisserand**, en présentant à l'Académie le Tome IV de son « Traité de Mécanique céleste », s'exprime en ces termes :

« Ce Volume termine l'Ouvrage auquel j'ai consacré dix années de travail. Il comprend, pour ne citer que les points principaux :

» La théorie des satellites de Jupiter, exposée en détail d'après la méthode de la variation des constantes arbitraires;

» La théorie des satellites de Saturne, notamment celle d'Hypérion, qui a fait l'objet de travaux importants;

» Des indications sur les perturbations des satellites des autres planètes;

» Le calcul des perturbations des comètes quand elles approchent beaucoup des planètes;

» L'exposé des recherches relatives à la figure des comètes;

» L'exposé des Mémoires principaux de Cauchy, Jacobi, Hansen, Newcomb et Gyldén sur le calcul des inégalités planétaires;

» Enfin un résumé de la confrontation systématique de la loi de Newton avec l'ensemble des observations des planètes.

» J'espère que les jeunes astronomes retireront quelque fruit de la lecture de mon Traité; ils y trouveront, dans tous les cas, l'occasion d'accroître leurs connaissances.

» Je dois des remercîments à notre confrère, M. Callandreau, et à M. Radau, qui m'ont prêté le concours de leurs précieux avis, et à MM. Gauthier-Villars qui n'ont cessé d'apporter des soins minutieux dans l'impression d'un Ouvrage qui ne laissait pas de présenter quelques difficultés. »

PHYSIQUE. — *Sur les propriétés différentes des radiations invisibles émises par les sels d'uranium, et du rayonnement de la paroi anticathodique d'un tube de Crookes.* Note de M. **Henri Becquerel**.

« L'étude des propriétés des radiations émises par les sels d'uranium, dont j'ai déjà entretenu l'Académie dans les précédentes séances, et auxquelles s'ajoutent quelques propriétés nouvelles qui sont décrites ci-après, permet d'établir des différences importantes entre les effets de ces radiations et les effets produits par le rayonnement de la paroi anticathodique d'un tube de Crookes, tels que les a décrits et appliqués M. Röntgen.

1° *Double réfraction. Polarisation et dichroïsme au travers d'une tourmaline.*

» Dans le but de rechercher si les radiations émises par les sels d'uranium se polarisent, j'ai disposé l'expérience suivante : une lame mince de tourmaline, parallèle à l'axe et de $0^{mm},50$ d'épaisseur, a été coupée en deux; les deux moitiés ont été juxtaposées de façon que leurs axes fussent rectangulaires, et cet ensemble a été recouvert par une lame unique, parallèle à l'axe, de $0^{mm},88$ d'épaisseur, et dont l'axe était parallèle à l'axe de l'une des deux moitiés de la première tourmaline. Dans ces conditions la lumière ordinaire est transmise au travers des deux tourmalines dont les axes sont parallèles, et est arrêtée au travers de l'autre moitié du système. Cet ensemble, ainsi réglé, a été déposé sur une plaque photographique préalablement enveloppée de papier noir, et a été couvert par une lamelle de sulfate double d'uranyle et de potassium. La plaque photogra-

phique, développée au bout de soixante heures, a très nettement montré la silhouette des tourmalines, et l'action au travers des tourmalines parallèles était notablement plus forte qu'au travers des tourmalines croisées. Or au travers des deux moitiés de ce système les substances traversées sont les mêmes. La différence observée ne peut être attribuée qu'au dichroïsme.

» Cette expérience montre donc à la fois, pour les rayons invisibles émis par les sels d'uranium, la double réfraction, la polarisation des deux rayons et leur inégale absorption au travers de la tourmaline.

» La même expérience, répétée avec les mêmes tourmalines et le rayonnement émané d'un tube de Crookes, a donné un résultat négatif; les deux plages ont également absorbé le rayonnement. Ce résultat, qui avait déjà été signalé par M. Röntgen, est d'accord avec l'absence de réfraction appréciable. Il ne prouve pas que le rayonnement ne se polarise pas, mais seulement que l'absorption est la même pour les tourmalines parallèles et pour les tourmalines croisées.

2° *Absorption inégale par diverses substances.*

» L'absorption des deux rayonnements qui nous occupent, lorsqu'ils traversent les mêmes substances, présente des caractères très différents. On peut le constater, soit par la méthode photographique qui donne des résultats qualitatifs, soit par l'action sur l'électroscope qui fournit des mesures relatives.

» *a. Méthode photographique.* — Lorsqu'on projette le rayonnement d'un tube de Crookes sur une plaque photographique enveloppée de papier noir, et couverte par divers corps en lames minces ou par de petits tubes plats pleins de divers liquides, on observe d'abord que, pour une courte pose, la plupart des corps, sauf la paraffine qui est très transparente, et l'aluminium qui l'est un peu moins, se comportent comme ayant des opacités assez voisines. On reconnaît cependant que l'eau est beaucoup plus opaque que la paraffine, une solution de nitrate d'urane s'est montrée plus opaque que des solutions de nitrate de cuivre et de chlorure d'or.

» Si l'on pose davantage on reconnaît qu'une lame de cuivre de $0^{mm},04$ est traversée, mais sous l'épaisseur de $0^{mm},95$ le cuivre est très peu transparent. Le platine, sous l'épaisseur de $0^{mm},08$, paraît un des plus opaques parmi les corps étudiés. Sur les mêmes plaques se trouvaient encore du zinc, du plomb, de l'argent, du verre, du spath, du quartz, du sel

gemme, etc. Le verre, sous l'épaisseur de $2^{mm},13$, le quartz perpendiculaire à l'axe ($2^{mm},05$), le spath ($1^{mm},93$ et $2^{mm},40$), le sel gemme, ont paru aussi peu transparents que le cuivre.

» L'absorption des rayons émis par un sel d'urane est très différente. L'aluminium et la paraffine sont toujours très transparents, mais les métaux se laissent bien plus facilement traverser que par le rayonnement d'un tube de Crookes; le cuivre ($0^{mm},10$) est très transparent, le platine ($0^{mm},08$) également, mais un peu moins que le cuivre; l'argent laisse aussi passer ces radiations; ainsi que le zinc, le plomb ($0^{mm},36$) s'est comporté comme opaque.

» Le quartz ($4^{mm},66$), le spath d'Islande ($4^{mm},48$) sont très peu transparents; le soufre ($2^{mm},01$) l'est davantage.

» On voit déjà, par cet aperçu, que les radiations émises par les sels d'uranium traversent plus facilement la plupart des corps, et en particulier les métaux, que ne le fait le rayonnement d'un tube de Crookes.

» *b. Méthode électroscopique.* — La décharge d'un corps électrisé par les radiations ayant traversé divers écrans conduit à la même conclusion. J'ai déjà montré que le quartz absorbe moins les radiations des sels d'uranium que le rayonnement d'un tube de Crookes.

» Lorsqu'on fait agir un tube de Crookes sur les feuilles d'or d'un électroscope, une lame d'aluminium, de $0^{mm},10$ d'épaisseur, laisse passer un rayonnement intense, et la chute des feuilles d'or se fait en quelques secondes; si l'on interpose alors une lame de cuivre, de $0^{mm},10$ d'épaisseur, les feuilles d'or cessent de se rapprocher, ou du moins ne se rapprochent qu'avec une extrême lenteur. Le platine intercepte encore davantage le rayonnement.

» Il n'en est pas de même avec les rayons émis par les sels d'uranium; ceux-ci traversent beaucoup plus facilement le cuivre et le platine. Je rapporterai ici quelques nombres mesurant l'action au travers de ces deux métaux. L'expérience était disposée de la manière suivante : une lamelle de sulfate double d'uranyle et de potassium était placée à 2^{cm} environ audessous des feuilles d'or de l'électroscope. On a étudié alors la déperdition de celui-ci, lorsque la lamelle agissait seule, ou lorsqu'on interposait soit successivement, soit simultanément, des écrans formés de lames d'aluminium, de cuivre ou de platine. La lame d'aluminium avait $0^{mm},10$ d'épaisseur, la lame de cuivre $0^{mm},09$ et la lame de platine $0^{mm},035$. Les actions sont mesurées par la vitesse de la chute des feuilles d'or, ou par la fraction de degré dont leur angle diminue en une seconde; on sait que cette dimi-

nution est sensiblement proportionnelle au temps. Les nombres suivants expriment les vitesses en secondes d'angle et en secondes de temps.

Action d'une lame de sulfate double d'uranyle et de potassium sur les feuilles d'or d'un électroscope.

Nature des écrans.	Date et heure moyenne des mesures.		Vitesse de la chute.
Sans écran	28 mars	$1^h.45^m$	38,18
Écran d'aluminium ($0^{mm},10$)	»	3	9,42
Écran de cuivre ($0^{mm},09$)	»	3.50	11,40
Écran de platine ($0^{mm},035$)	»	5	9,60
Platine et aluminium superposés	»	5.50	6,53
Sans écran	»	6.20	33,60
Aluminium et cuivre superposés	»	6.40	7,44
Sans écran (le lendemain)	29 mars	5.40	33,00

» On reconnaît que le cuivre et l'aluminium ont à peu près la même absorption pour la même épaisseur, que le platine absorbe un peu davantage, et que l'absorption des écrans superposés est moindre que la somme des effets dus à chacun d'eux, comme dans les expériences de thermochrose de Melloni, et comme cela a été constaté par le rayonnement anticathodique par MM. Hurmuzescu et Benoist.

» Les radiations émises par la lamelle de sel d'urane ne sont donc pas homogènes.

» Dans une expérience que j'avais faite la semaine dernière j'avais observé que l'électroscope se déchargeait au travers d'un écran de cuivre de $1^{mm},40$ d'épaisseur.

» Les nombres ci-dessus montrent encore que, peu de temps après avoir été exposée à la lumière, l'action de la lamelle de sel d'uranium était un peu plus forte. Il s'est produit, en cinq heures, un léger affaiblissement puis l'action est restée sensiblement constante jusqu'au lendemain.

3°. *Sur quelques propriétés particulières de l'émission des radiations par les sels d'uranium.*

» J'ai déjà signalé l'indépendance entre l'émission des radiations invisibles des sels d'uranium et l'émission des radiations visibles, par phosphorescence; en particulier les sels uraneux, qui ne sont pas phosphorescents, émettent des radiations invisibles. J'ai indiqué aussi que le nitrate d'urane

fondu et ayant cristallisé à l'obscurité était aussi actif que les cristaux du même sel exposé à la lumière; j'ai vérifié récemment que le nitrate d'urane en solution dans l'eau est encore aussi actif, alors que cette dissolution n'est plus fluorescente. C'est un nouvel exemple d'indépendance entre les deux phénomènes d'émission.

» J'ai cherché également si ces radiations communiqueraient une phosphorescence invisible aux sulfures qui sont devenus inactifs ou aux divers échantillons de blende hexagonale que je possède. Le résultat a été négatif, du moins comme effet immédiat. De même, l'action du rayonnement d'un tube de Crookes n'a communiqué aucune activité à la blende hexagonale, soit pendant l'excitation, soit après, en laissant la pose se prolonger pendant trois jours.

» Je n'ai pas observé de différence appréciable entre l'activité d'une lamelle de sulfate double d'uranyle et de potassium, exposée au rayonnement d'un tube de Crookes, et une lamelle non exposée. Pendant l'influence directe de ce rayonnement sur une plaque photographique, la lamelle s'est comportée comme opaque. Elle a été placée ensuite sur une autre plaque photographique à côté d'une lamelle du même sel, et les deux lamelles ont donné des impressions identiques.

» Je dois citer encore une expérience qui paraît en contradiction avec les phénomènes de réflexion et de réfraction que j'ai observés.

» Entre deux lamelles de verre de même épaisseur ($1^{mm},83$ dans une expérience et $1^{mm},37$ dans une autre), j'ai tassé de la poudre de verre obtenue en pulvérisant un morceau du même verre, et la poudre, tassée légèrement, affleurait la surface des lames de verre. Dans ces conditions, la bande de verre pulvérisé apparaît comme opaque à la lumière ordinaire. On sait que le rayonnement d'un tube de Crookes la traverse avec la même facilité qu'une lame de verre homogène : c'est une des expériences fondamentales de M. Röntgen. Dans les conditions qui viennent d'être indiquées et avec les radiations émises par les sels d'urane, la bande de verre pulvérisé s'est comportée comme notablement plus transparente que les lames de verre voisines. Comme la quantité de matière traversée est sensiblement moindre, on ne peut déduire aucune conclusion certaine de cette expérience contradictoire.

4° Considérations générales.

» Il serait prématuré de tirer des conclusions absolues des expériences qui précèdent. Si l'on n'avait égard qu'aux seuls phénomènes d'absorption

on rendrait compte des faits en admettant que les radiations émises par les sels d'uranium et le rayonnement d'un tube de Crookes se comportent comme ayant des longueurs d'onde différentes, mais l'absence de réflexion et de réfraction, bien constatée pour le rayonnement étudié par M. Röntgen, établit une différence plus profonde. Il semble plus probable de penser que la phosphorescence de la tache anticathodique n'est qu'un phénomène concomitant d'un phénomène électrique, dont celle-ci serait le siège, et que c'est ce phénomène électrique, une sorte d'effluve, comme cela résulte des expériences de M. H. Dufour [1], qui provoque la phosphorescence de la plaque photographique et, par suite, la réduction des sels d'argent par les radiations phosphorescentes excitées sur place. Quant à la phosphorescence du verre des tubes de Crookes, il est possible qu'elle soit accompagnée de radiations analogues à celles qu'émettent les sels d'uranium, mais il est probable qu'une très longue pose serait nécessaire pour les mettre en évidence. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de 1896.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Jecker. — MM. Friedel, Troost, Schützenberger, Gautier, Moissan, Grimaux.

Prix Desmazières. — MM. Van Tieghem, Bornet, Chatin, Trécul, Guignard.

Prix Fontannes. — MM. Gaudry, Fouqué, Daubrée, Des Cloizeaux, Marcel Bertrand.

Prix Montagne. — MM. Van Tieghem, Bornet, Chatin, Trécul, Guignard.

Prix Thore. — MM. Van Tieghem, Bornet, Blanchard, Chatin, Guignard.

Prix Savigny. — MM. Milne-Edwards, de Lacaze-Duthiers, Blanchard, Perrier, Grandidier.

Prix Montyon (Médecine et Chirurgie). — MM. Marey, Bouchard, Potain, Guyon, Chauveau, Brouardel, Lannelongue, d'Arsonval, Duclaux.

---

[1] H. DUFOUR, *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 460.

Prix Bréant. — MM. Marey, Bouchard, Guyon, Potain, d'Arsonval, Lannelongue.

Prix Godard. — MM. Guyon, Bouchard, Potain, Lannelongue, d'Arsonval.

Prix Serres. — MM. Ranvier, Bouchard, Perrier, Chauveau, Lannelongue.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** invite les Membres de l'Académie à assister, le samedi 11 avril, à la séance de clôture du Congrès des Sociétés savantes, séance qu'il doit présider.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Ouvrage de M. *Jean Rey* intitulé « Éclairage des côtes. Notice sur les feux-éclairs à l'huile et à l'électricité, suivie d'un tarif descriptif des appareils construits par MM. Sautter, Harlé et Cie ». (Transmis par M. A. Potier.)

M. l'**Inspecteur général de la Navigation** adresse les états des crues et diminutions de la Seine, observés chaque jour au pont Royal et au pont de la Tournelle, pendant l'année 1895.

ASTRONOMIE. — *Sur les variations d'éclat de l'étoile* Mira-Ceti. Note de M. **Duménil** [1].

« J'ai pu suivre l'étoile *Mira-Ceti* dans ses douze dernières périodes consécutives, sauf celles de 1892 et de 1893, où l'état continuellement brumeux du ciel m'a beaucoup gêné.

» J'ai constaté chaque fois son accroissement rapide d'éclat, à partir du jour du commencement de sa visibilité à l'œil nu, et sa lente diminution ensuite; puis l'irrégularité de son maximum en la comparant aux étoiles

---

[1] Ces observations, dues à l'un des lecteurs du journal *Le Ciel*, sont transmises à l'Académie par M. Joseph Vinot.

fixes du voisinage, irrégularité qui va, pour cette période, de la grandeur 4,7 à la grandeur 2,5. Enfin, il semble bien établi, par ces observations, que les époques de maximum sont notablement en retard aujourd'hui sur les dates données dans les éphémérides. Le Tableau suivant met ces remarques en évidence.

Années.	Époques d'observation.	Éclat.	Dates des éphémérides.
1886.	19 décembre 1885 au 7 janv. 1886.	4	7 janvier.
1886.	20 novembre au 10 décembre....	4	10 décembre.
1887.	21 à 25 octobre................	4,7	10 novembre.
1888.	15 septembre au 1er octobre.....	2,5	12 octobre.
1889.	8 août au 7 septembre.........	4	6 août.
1890.	17 juillet au 8 août............	4,2	30 juin.
1891.	6 à 15 août..................	4,5	25 mai.
1892.	23 juillet.....................	4	17 avril.
1893.	16 février................	6	11 mars.
1894.	22 février au 19 mars..........	4	6 février.
1895.	11 février au 15 mars..........	4	12 janvier.
1896.	15 janvier au 25 février	3,8	9 décembre 1895.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'inversion des systèmes de différentielles totales*. Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Picard.

« Je me propose, dans cette Note, d'indiquer quelques propositions générales relatives à l'inversion d'un système de différentielles totales

$$(1)\quad \begin{cases} J_1(x_1, \ldots, x_n) = \int P_{1,1}\, dx_1 + \ldots + P_{n,1}\, dx_n = u_1 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ J_n(x_1, \ldots, x_n) = \int P_{1,n} dx_1 + \ldots + P_{n,n}\, dx_n = u_n, \end{cases}$$

où les $P_{i,j}$ sont des fonctions algébriques de $x_1, \ldots, x_n$, dont le déterminant $|P_{i,j}|$ n'est pas nul identiquement.

» J'énoncerai d'abord quelques théorèmes qui sont ou connus explicitement, ou faciles à obtenir à l'aide des considérations classiques de la théorie des fonctions abéliennes. Mais la démonstration que j'en donne est entièrement nouvelle et directe : elle ne fait intervenir ni le théorème d'Abel ni les relations fondamentales entre les périodes, mais seulement les principes de la théorie des fonctions et des équations différentielles.

» Je prends comme point de départ ce lemme :

» *Quand les n intégrales J sont de première espèce, les fonctions* $x_1, \ldots, x_n$

de $u_1, \ldots, u_n$, *définies par* (1), *ne peuvent admettre d'autres singularités transcendantes que* $u_1 = \infty, \ldots, u_n = \infty$. Il faut se garder de considérer cette proposition comme évidente, car elle cesse d'être exacte quand les intégrales J ne sont plus de première espèce.

» Ce lemme entraîne les conséquences suivantes :

» I. Représentons chaque période simultanée $\omega_1, \ldots, \omega_n$ de $J_1, \ldots, J_n$ par un point de l'espace à $2n$ dimensions E_{2n}, en posant $\omega_1 = \xi_1 + i\eta_1, \ldots, \omega_n = \xi_n + i\eta_n$. *Tout système de n intégrales abéliennes de première espèce* $I_1(x), \ldots, I_n(x)$ *admet au moins* $2n$ *périodes formant dans l'espace* E_{2n} *un véritable parallélépipède à* $2n$ *dimensions*.

» II. *Si les n intégrales* (1), $J_1(x_1, \ldots, x_n), \ldots, J_n(x_1, \ldots, x_n)$ *sont de première espèce et admettent seulement* $2n$ *périodes, les fonctions* $x_1, \ldots, x_n$ *de* $u_1, \ldots, u_n$, *définies par* (1), *n'ont qu'un nombre fini de branches et se ramènent algébriquement aux fonctions méromorphes* $2n$ *fois périodiques de n variables*.

» III. Les n intégrales $J(x_1, \ldots, x_n)$ étant de première espèce et n'admettant que $2n$ périodes, *si ce système renferme un système de j intégrales à* $2j$ *périodes, il renferme nécessairement un système de* $2(n-j)$ *intégrales (distinctes des j précédentes) à* $2(n-j)$ *périodes*. Les fonctions $x_1, \ldots, x_n$ de $u_1, \ldots, u_n$, définies par (1), se ramènent alors aux fonctions méromorphes périodiques de $2j$ et de $2(n-j)$ variables.

» Quand on applique cette dernière proposition aux systèmes abéliens :

$$(i=1,2,\ldots,n) \quad J_i = \int P_i(x_1,y_1)dx_1 + \int P_i(x_2,y_2)dx_2 + \ldots + \int P_i(x_n,y_n)dx_n,$$

$\int P_i(x,y)\,dx$ désignant une des n intégrales de première espèce attachées à la courbe $H(x,y) = 0$ *de genre n*, on retombe sur le théorème bien connu de M. Weierstrass, relatif à la réduction des fonctions abéliennes. Ce théorème a été démontré (sous une forme d'ailleurs plus précise) par M. Picard pour $n = 2$ et par M. Poincaré pour n quelconque, à l'aide de considérations arithmétiques où les relations entre les périodes jouent un rôle fondamental.

» Comme corollaires du théorème III, je citerai les deux suivants :

» 1° *Toute fonction méromorphe* $2n$ *fois périodique de n variables* $F(u_1, \ldots, u_n)$ *coïncide avec une fonction abélienne de* $m+n$ *variables où on annule m des variables*. Il suit de là que $F(u_1, \ldots, u_n)$ est exprimable à l'aide des fonctions $\theta(u_1, \ldots, u_n)$.

» 2° *Les fonctions méromorphes* $2n$ *fois périodiques à n variables se ramènent algébriquement aux fonctions* $x_1, \ldots, x_n$ de $u_1, \ldots, u_n$ *définies par un*

système

$$(2)\left\{\begin{array}{c}\int P_i(x_1,y_1)\,dx_1+\int P_i(x_2,y_2)\,dx_2+\ldots+\int P_i(x_n,y_n)\,dx_n=u_n\\ (i=1,2,\ldots,n),\end{array}\right.$$

les intégrales $\int P_i(x,y)\,dx$ désignant n intégrales de première espèce distinctes attachées à la courbe $H(x,y)=0$. Si le genre de cette courbe est égal à n, les fonctions sont des fonctions *abéliennes* proprement dites.

» J'arrive maintenant à l'objet principal de cette Note :

» *Les intégrales* (1) $J_1, \ldots, J_n$ *étant quelconques, quelles sont les conditions nécessaires et suffisantes pour que l'intégrale générale* $x_1(u_1,\ldots,u_n), \ldots, x_n(u_1,\ldots,u_n)$ *dépende algébriquement des constantes* $x_1^0, \ldots, x_n^0$ *(valeurs initiales de* $x_1, \ldots, x_n$ *pour* $u_1=0, \ldots, u_n=0$*)?* Les fonctions $x_1, \ldots, x_n$ de $u_1, \ldots, u_n$ n'ont alors qu'un nombre fini q de branches.

» On peut dire encore : *Quelles sont les conditions nécessaires et suffisantes pour que les fonctions* $x_1, \ldots, x_n$ *de* $u_1, \ldots, u_n$*, définies par* (1), *admettent un théorème d'addition?*

» Ces conditions s'énoncent ainsi : IL FAUT *et il suffit :* 1° *que les intégrales* J *n'aient que* $2k$ *périodes non polaires distinctes* ($k\leqq n$) *et* l *périodes polaires distinctes* ($l\leqq n-k$); 2° *que (moyennant un changement linéaire convenable effectué sur* $u_1, \ldots, u_n$*) les* k *premières intégrales* J *soient de première espèce et que les* $(n-k)$ *dernières n'aient chacune qu'une période polaire distincte au plus.*

» Ces systèmes renferment en particulier certains systèmes considérés par M. Appell et par M. Goursat, et pour lesquels l'uniformité de l'intégrale résulte du théorème d'Abel.

» *Étant donné un système* (1), *on peut toujours reconnaître, à l'aide d'un nombre fini d'opérations algébriques, si l'intégrale* $x_1\,(u_1, \ldots, u_n), \ldots, x_n\,(u_1, \ldots, u_n)$ *n'a qu'un nombre* DONNÉ q *de branches et dépend algébriquement des constantes.*

» Les fonctions $x_1, \ldots, x_n$ de $u_1, \ldots, u_n$ peuvent d'ailleurs n'admettre qu'un nombre *fini* de déterminations et *renfermer les constantes* $x_1^0, \ldots, x_n^0$, *sous forme transcendante*. Nous établissons à ce sujet ce théorème :

» *Pour que l'intégrale* $x_1\,(u_1, \ldots, u_n), \ldots, x_n\,(u_1, \ldots, u_n)$ *d'un système* (1) *n'ait qu'un nombre fini de déterminations,* IL SUFFIT *que, moyennant un changement algébrique convenable effectué sur* $x_1, \ldots, x_n$ *et une transformation linéaire effectuée sur* $u_1, \ldots, u_n$*, le système* (1) *satisfasse aux conditions suivantes :*

» 1° $J_1, \ldots, J_k$ dépendent seulement de $x_1, \ldots, x_k$ ($k\leqq n$), et l'intégrale

$x_1, \ldots, x_k$ du système formé par les k premières équations (1) dépend algébriquement des constantes $x_1^0, \ldots, x_k^0$. Quant à $J_{k+1}, \ldots, J_n$, ils sont de la forme

$$J_{k+1} = J'_{k+1}(x_1, \ldots, x_k) + J''_{k+1}(x_{k+1}, \ldots, x_n), \quad \ldots,$$
$$J_n = J'_n(x_1, \ldots, x_k) + J''_n(x_{k+1}, \ldots, x_n),$$

et les périodes de chaque intégrale J'_{k+l} ou bien sont réductibles aux périodes de J''_{k+l}, ou bien correspondent à des périodes du système $J_1, \ldots, J_k$.

» 2° Le système des $(n-k)$ intégrales $J''_{k+1}, \ldots, J''_n$, à $(n-k)$ variables $x_{k+1}, \ldots, x_n$, vérifie des conditions analogues, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on ait épuisé toutes les variables.

» On peut d'ailleurs reconnaître *algébriquement*, si un système (1) donné rentre dans la catégorie précédente, *le nombre q des branches des fonctions $x_1, \ldots, x_n$ étant donné*.

» Mais les systèmes énumérés épuisent-ils les systèmes (1) dont l'intégrale $x_1, \ldots, x_n$ n'a qu'un nombre limité de branches? Pour le cas particulier $n = 2$, $q = 1$, la réponse (voir les *Comptes rendus* du 17 mars) est affirmative. Qu'elle le soit encore pour n et q quelconques, c'est ce que certaines considérations rendent plus que vraisemblables : mais une démonstration rigoureuse exigerait une étude analytique approfondie des équations différentielles d'ordre quelconque, étude que je n'ai pu encore que commencer. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Extension du théorème de Cauchy aux systèmes les plus généraux d'équations aux dérivées partielles*. Note de M. **Etienne Delassus**, présentée par M. Darboux.

« 1. Soit z une fonction des variables $x_1, x_2, \ldots, x_m$ rangées dans un ordre déterminé. Considérons les dérivées partielles d'ordre n de z

$$\frac{\partial^n z}{\partial x_1^{\alpha_1} \partial x_2^{\alpha_2} \ldots \partial x_m^{\alpha_m}}.$$

Nous les rangerons d'abord d'après les valeurs décroissantes de α_1, puis celles qui ont même valeur de α_1 par rapport aux valeurs décroissantes de $\alpha_2, \ldots$, de sorte que l'expression : *la $p^{\text{ième}}$ dérivée d'ordre n de z* ait un sens précis.

» Un ensemble de p dérivées d'ordre n de z sera dit *canonique* s'il est constitué par les p premières de ces dérivées.

» Il est défini complètement par les indices $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_m$ de son dernier terme, et les $n-1$ premiers de ces nombres s'appelleront les *indices* de l'ensemble.

» Si deux ensembles canoniques d'ordre n, E_1^n, E_2^n, sont formés respectivement de p_1 et p_2 termes, et, si l'on a $p_1 > p_2$, l'ensemble E_1^n sera dit plus grand que E_2^n, et on l'indiquera par

$$E_1^n > E_2^n.$$

» Prenons les dérivées premières, par rapport à toutes les variables, de tous les termes d'un ensemble canonique E^n, nous obtiendrons un nouvel ensemble que nous désignerons par $(E^n)'$ et qui sera l'*ensemble dérivé de* E^n. Le nouvel ensemble possède la propriété importante qui suit :

» *L'ensemble* $(E^n)'$ *est encore canonique et a les mêmes indices que* E^n.

» De là on déduit facilement que :

» *Si dans une suite infinie d'ensembles canoniques*

$$E^\mu, \quad E^{\mu+1}, \quad \ldots,$$

on a toujours $(E^p)' \leqq E^{p+1}$, *il existe forcément un nombre fini n à partir duquel on a toujours* $(E^p)' = E^{p+1}$, et cette propriété élémentaire fera retrouver, d'une façon simple et naturelle, un théorème très important de M. Tresse sur la formation des systèmes d'équations aux dérivées partielles.

» 2. Je démontre le théorème suivant :

» *Si p équations aux dérivées partielles, d'ordre n en z, peuvent être résolues par rapport à p dérivées d'ordre n de z, on peut toujours faire un changement linéaire de variables, de façon à pouvoir les résoudre par rapport aux p premières de ces dérivées.*

» Comme ces p dérivées forment un ensemble canonique E^n, je dirai que le système est résolu par rapport à E^n.

» Étant donné un système Σ d'équations aux dérivées partielles entre $z_1, z_2, \ldots, z_q$, on peut toujours, par une *résolution régulière*, le décomposer en systèmes partiels σ_i^j, tels que les équations σ_i^j, en nombre p_i^j, soient d'ordre j en $z_i, z_{i+1}, \ldots, z_q$, d'ordre $j-1$ au plus en $z_1, z_2, \ldots, z_{i-1}$, et puissent être résolues par rapport à p_i^j dérivées d'ordre j de z_i. Il peut exister des équations σ_0 ne contenant pas les inconnues.

» Cette forme se conservant par un changement de variables, il en résulte que :

» *Dans un système quelconque* Σ, *il est toujours possible de faire un change-*

ment de variables, de façon qu'il puisse être résolu régulièrement par rapport à des ensembles canoniques E_i^j.

» Une telle résolution sera dite *régulière ou canonique* et pourra conduire à un résidu d'équations ne contenant plus les inconnues.

» 3. Désignons maintenant par x'_1, x'_2, ..., x'_m les anciennes variables et par x_1, x_2, ..., x_m les nouvelles. Les coefficients du changement de variables, que nous désignerons d'une façon générale par λ, seront considérés jusqu'à nouvel ordre comme des constantes arbitraires.

» Soient F_1, F_2, ... les équations en nombre limité d'après le théorème de M. Tresse, qui définissent un système. Soient Φ_1, Φ_2, ... ces équations transformées. En formant d'une façon systématique les dérivées successives des équations et les conditions d'intégrabilité, on arrivera, *au bout d'un nombre limité d'opérations*, à prouver l'incompatibilité ou à *un système* Σ^n, *se décomposant en systèmes partiels* σ_i^j $(j \leqq n)$ *résolus par rapport à des ensembles canoniques* E_i^j *satisfaisant aux conditions*

$$(E_i^j)' \leqq E_i^{j+1} \quad (j < n)$$

tel que toute dérivée d'une équation d'ordre inférieur à n soit une conséquence des équations de Σ^n *et que la dérivation des équations d'ordre n n'introduise aucune équation d'intégrabilité non conséquence des équations de* Σ^n.

» C'est Σ^n qui constitue notre forme canonique générale. Elle contient les λ qu'on fixera de façon que leur déterminant ne soit pas nul et que les seconds membres ne soient identiquement ni indéterminés ni infinis, ce qui est toujours possible, d'après les théorèmes démontrés.

» 4. On montre que *l'intégration d'un système* Σ^n *se ramène à l'intégration successive de m systèmes de Mme Kowalevski.*

» Soient γ_1^i, γ_2^i, ..., γ_{m-1}^i les indices de l'ensemble E_i^n. Soit en plus γ_0^i, qui sera 1 ou 0 suivant que l'ensemble E_i^n sera ou ne sera pas nul.

» Désignons, en outre, d'une façon générale, par δ les dérivées d'ordre égal ou inférieur à n, de z_1, z_2, ..., z_q, qui ne figurent pas dans les premiers membres de Σ^n. Nous arriverons au théorème général suivant :

» *Donnons-nous arbitrairement les fonctions de* x_1, x_2, ..., x_m, *analytiques en* x_1^0, x_2^0, x_m^0, *auxquelles se réduisent les* z_i *pour lesquels on a* $\gamma_0^i = 1$;

» *Puis les fonctions de* x_2, ..., x_m, *analytiques en* x_2^0, ..., x_m^0, *auxquelles se réduisent, pour* $x_1 = x_1^0$,

$$z_i, \quad \frac{\partial z_i}{\partial x_1}, \quad \ldots, \quad \frac{\partial^{\gamma_1^i - 1} z_i}{\partial x_1^{\gamma_1^i - 1}};$$

» *Puis les fonctions de* $x_3, \ldots, x_m$, *analytique en* $x_3^0, \ldots, x_m^0$, *auxquelles se réduisent, pour* $x_1 = x_1^0$, $x_2 = x_2^0$,

$$\frac{\partial^{\gamma_1^i} z_i}{\partial x_1^{\gamma_1^i}}, \quad \frac{\partial}{\partial x_2}\left(\frac{\partial^{\gamma_1^i} z_i}{\partial x_1^{\gamma_1^i}}\right), \quad \ldots, \quad \frac{\partial^{\gamma_2^i - 1}}{\partial x_2^{\gamma_2^i - 1}}\left(\frac{\partial^{\gamma_1^i} z_i}{\partial x_1^{\gamma_1^i}}\right);$$

» *Puis les fonctions de* x_m, *analytiques en* x_m^0, *auxquelles se réduisent, pour* $x_1 = x_1^0, \ldots, x_{m-1} = x_{m-1}^0$,

$$\frac{\partial^{\gamma_1^i + \ldots + \gamma_{m-2}^i} z_i}{\partial x_1^{\gamma_1^i} \ldots \partial x_{m-2}^{\gamma_{m-2}^i}}, \quad \frac{\partial}{\partial x_{m-1}}\left(\frac{\partial^{\gamma_1^i + \ldots + \gamma_{m-2}^i} z_i}{\partial x_1^{\gamma_1^i} \ldots \partial x_{m-2}^{\gamma_{m-2}^i}}\right), \quad \ldots, \quad \frac{\partial^{\gamma_{m-1}^i - 1}}{\partial x_{m-1}^{\gamma_{m-1}^i - 1}}\left(\frac{\partial^{\gamma_1^i + \ldots + \gamma_{m-2}^i} z_i}{\partial x_1^{\gamma_1^i} \ldots \partial x_{m-2}^{\gamma_{m-2}^i}}\right);$$

» *Et enfin celles des valeurs des* δ *pour* $x_1 = x_1^0, \ldots, x_m = x_m^0$, *qui ne sont pas déterminées par les fonctions initiales précédentes.*

» *Si, au voisinage de* $x_1^0, \ldots, x_m^0$ *et des valeurs initiales des* δ, *les seconds membres des équations de* Σ'' *sont des fonctions analytiques de* $x_1, x_2, \ldots, x_m$ *et des* δ, *il existe un et un seul système d'intégrales* $z_1, z_2, \ldots, z_q$, *analytiques en* $x_1^0, \ldots, x_m^0$, *vérifiant le système* Σ'' *et satisfaisant à toutes les conditions initiales que nous venons d'énumérer.* »

PHYSIQUE. — *Sur la pénétration des gaz dans les parois de verre des tubes de Crookes.* Note de M. **Gouy**.

« En chauffant au chalumeau le verre provenant d'un tube de Crookes ayant servi quelque temps, on le voit prendre un aspect mat, qui fait croire au premier abord à une dévitrification. L'altération est limitée à la surface intérieure du tube; elle est d'autant plus marquée que le verre a reçu un rayonnement cathodique plus intense, et n'existe plus pour les portions qui n'y étaient pas exposées. Le microscope montre que cette couche mate est surtout formée d'une multitude de bulles gazeuses ([1]), qui sont à l'intérieur du verre, mais près de sa surface. En chauffant davantage, ces bulles se réunissent, s'accroissent en volume et finissent par être visibles à la loupe ou parfois même à l'œil nu.

» Ainsi le verre, qui a été exposé à des rayons cathodiques intenses, *dégage de nombreuses bulles de gaz quand il est ramolli par la chaleur.*

([1]) Les tubes ayant servi longtemps montrent aussi, dans les mêmes conditions, des rides nombreuses, qui témoignent d'une modification superficielle du verre. Celle-ci peut exister sans les bulles, ou réciproquement.

Ce phénomène ne se produit dans aucun autre cas. Il semble en résulter que les rayons cathodiques font pénétrer dans le verre les gaz du tube, qui restent ensuite occlus jusqu'à ce que le ramollissement du verre les mette en liberté.

» Ces observations ont été faites avec quatre tubes de verres un peu différents; l'un d'eux cependant ne montrait de bulles abondantes que dans les portions les plus exposées aux rayons cathodiques. »

PHYSIQUE. — *Sur l'emploi des champs magnétiques non uniformes dans la photographie par les rayons* X. Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. Mascart.

« J'ai eu l'honneur de communiquer récemment à l'Académie le principe d'une méthode destinée à abréger la durée de la pose dans la photographie par les rayons X. On a vu qu'on pouvait, à l'aide de champs magnétiques, non seulement déplacer la tache fluorescente active, mais encore la *condenser* de façon à augmenter son éclat. Cette condensation s'obtient en concentrant les rayons cathodiques qui lui donnent naissance et cette concentration provient de ce que le champ employé n'est pas uniforme; il faut donc que le champ présente une variation convenable, pour obtenir la déformation voulue.

» En étudiant l'influence de la variation du champ, tant au point de vue de son intensité que de sa forme, on reconnaît :

» 1° Que, en opérant par exemple avec un tube horizontal et en rejetant les rayons cathodiques vers la partie supérieure de la calotte terminale, il y a concentration dans le plan médian vertical, si le champ est décroissant vers le haut et, au contraire, dilatation si le champ décroît vers le bas; il n'y a aucune variation de dimension si le champ est uniforme. Il faut donc, si l'on emploie ce dispositif, mettre les pôles au-dessous de l'axe pour obtenir une variation convenable du champ.

» 2° On constate aussi que, en agissant sur les rayons au voisinage de la cathode de façon à les rejeter sur la partie supérieure horizontale du tube, il y a intérêt (pour obtenir une contraction dans l'autre sens) à employer les parties où les lignes de force tournent leur concavité vers le haut : le champ fait alors l'office d'un miroir cylindrique et l'on a une ligne lumineuse horizontale dans le plan médian vertical; on peut alors la condenser dans l'autre sens en augmentant l'intensité moyenne du champ.

» En utilisant ces considérations, j'ai obtenu, en cinq secondes, la photographie des os d'une main d'adulte ; on a pu reconnaître sur ce cliché les traces d'une fracture déjà ancienne [1]. »

PHYSIQUE. — *Du temps de pose dans les photographies par les rayons* X. Note de M. **James Chappuis**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai rendu publique, le mercredi 19 février dernier, la méthode décrite par M. Meslin et par MM. Imbert et Bertin-Sans, en exposant à l'École centrale un cliché de main avec la mention suivante : « Cliché » obtenu par concentration des rayons cathodiques au moyen d'un champ » magnétique ». Mon intention n'est pas de faire une réclamation de priorité au sujet de ces dispositifs, mais de confirmer ces observations en précisant certain points.

» J'ai adopté, pour étudier la puissance d'un tube de Crookes, l'électromètre de M. Hurmuzescu; on mesure le temps de chute des feuilles correspondant à une variation angulaire constante de 30° à 10°, la paroi de la source étant, dans les expériences, à une même distance de l'électromètre. Ce temps s'est montré toujours proportionnel à la puissance photographique du tube. Toutes ces expériences sont faites avec la bobine de Ruhmkorff.

» *Influence d'un champ magnétique.* — La concentration des rayons cathodiques par un champ magnétique puissant, non mesuré, a fait tomber le temps de chute des feuilles dans le rapport de 8 à 5. Peut-être est-il possible de dépasser ce résultat, mais la fusion du verre est à craindre.

» *Interruption du courant inducteur; sa fréquence.* — La substitution de l'interrupteur Foucault aux trembleurs métalliques fait tomber le temps de chute dans le rapport de 40 à 1; la vérification de la proportionnalité de la puissance photographique a été faite, puisque nous avons obtenu des épreuves de main jusqu'à l'avant-bras, dans un temps de pose réduit de 40′ à 1′.

» Ce résultat semble dû à la différence de l'étincelle de rupture dans l'air et dans l'alcool; on observe en effet que, lorsque l'alcool est envahi

---

(1) J'ajouterai que j'avais réalisé l'expérience signalée par M. Basilewski; au lieu d'obtenir un accroissement de sensibilité par l'emploi d'une couche fluorescente, j'ai constaté, au contraire, une diminution manifeste.

par une boue noirâtre, formée de bulles de mercure, le temps de pose augmente de 2 à 5.

» En soufflant l'étincelle, on obtiendra probablement les mêmes effets avec la bobine de Ruhmkorff qu'avec les appareils de Tesla. La grande fréquence paraît nuisible; en faisant varier de 1 à 15 le nombre des interruptions à la seconde, nous avons observé que la puissance du tube allait en diminuant rapidement sous l'effet des plus grandes fréquences; au bout de neuf minutes, la puissance était tombée de 5 à 2.

» Avec une fréquence de quatre interruptions, le tube conserve sa même puissance pendant plus de vingt minutes. La fluorescence visible cependant était nettement intermittente; cette expérience semblerait montrer que la fluorescence invisible persiste sans s'affaiblir au moins un quart de seconde; nous nous proposons de faire connaître prochainement les résultats et les conséquences relatives à la théorie des rayons X, d'expériences poursuivies dans ce sens.

» Ce dispositif, bien préférable aux interruptions de pose, a l'avantage de chauffer beaucoup moins et les parois et les électrodes.

» *Vide.* — Les appareils du commerce perdent rapidement leur puissance; un tube capable d'agir sur l'électromètre en une seconde ne donne plus aucun résultat sensible au bout de une demi-heure de marche.

» Cet effet peut être évité en laissant l'ampoule sur la trompe à mercure; une jauge permet de vérifier l'état du tube, et ses indications pourraient au besoin remplacer celles de l'électromètre; le tube devient bon quand la pression est voisine de $\frac{1}{500}$ de millimètre de mercure.

» *Mesure du temps de pose.* — L'électromètre doit servir à mesurer le temps de pose; il suffit, pour cela, d'interposer différents objets entre la source et la lame d'aluminium de l'électromètre.

» Si l'on emploie des diaphragmes, qui doivent être placés presque en contact avec la surface du verre, leur influence peut être calculée à l'aide de l'électromètre.

» C'est avec un diaphragme de 8^{mm} de diamètre que nous obtenons les photographies de mains en une minute, la plaque étant à 15^{cm} de la source.

» Les résultats obtenus par différents expérimentateurs ne seront comparables que s'ils veulent bien indiquer l'objet photographié, le diaphragme, la distance de la source à la plaque, et le temps de pose; on peut, en effet, obtenir la *photographie instantanée* d'un fil de platine ou d'une pièce d'or placés à $0^m,01$ de la source, en faisant à la main une

seule interruption de l'inducteur, et enlevant immédiatement le cliché; c'est le temps minimum de pose qu'il soit possible de réaliser ([1]). »

PHYSIQUE. — *Action des rayons X sur les corps électrisés.* Note de MM. **L. Benoist** et **D. Hurmuzescu**, présentée par M. Lippmann.

« Depuis notre première Communication (3 février) sur les rayons X, dans laquelle nous annoncions que ces rayons ont la propriété de décharger complètement les corps électrisés, sans faire apparaître d'électrisation nouvelle, et où nous fondions sur cette propriété une méthode actinométrique applicable à ces radiations, ont été publiés plusieurs Mémoires relatifs aux mêmes phénomènes. Celui de M. J.-J. Thomson formule des conclusions entièrement conformes aux nôtres; les autres, tels que celui de M. A. Righi, celui de MM. Borgmann et Gerchun et celui de M. H. Dufour, tout en étant d'accord en ce qui concerne la décharge des corps électrisés, quel que soit le signe de leur électrisation, signalent une électrisation produite directement par ces rayons, sans être d'accord, d'ailleurs, sur le signe de cette électrisation, positive d'après M. Righi, négative d'après MM. Borgmann et Gerchun.

» En présence de ces divergences, nous avons cru devoir répéter nos premières expériences, en prolongeant très longtemps l'action du tube de Crookes sur les feuilles d'or de l'électroscope; nous avons constamment observé une chute complète, quel que fût le signe de la charge initiale, et l'absence complète de toute nouvelle divergence ultérieure.

» Craignant un défaut de sensibilité de l'électroscope pour les faibles charges, nous avons employé un nouveau type d'électromètre symétrique à miroir ([2]), toujours complètement enfermé dans une cage métallique communiquant avec le sol; c'est aussi à l'intérieur de cette cage que se trouve, derrière une fenêtre fermée par une feuille d'aluminium, la plaque d'épreuve que l'on charge, au début de chaque expérience, au potentiel de 60 volts environ. La diélectrine qui isole les corps électrisés se trouve absolument à l'abri de toute action de la part du tube de Crookes.

» Dans ces conditions, la décharge a été de nouveau absolument complète et défi-

---

([1]) J'ai été aidé dans quelques-uns de ces essais par mon préparateur, M. Nugues, ingénieur, auquel j'adresse mes remercîments.

([2]) *Voir* la description de cet électromètre dans : *Les Rayons* X *et la Photographie à travers les corps opaques*, par M. Ch.-Ed. Guillaume, p. 89, *fig.* 16. La plaque d'épreuve est figurée par le disque P.

nitive, quel que fût le signe de la charge initiale, et quelle que fût aussi la nature du métal formant la plaque d'épreuve. Car nous nous demandions aussi si les divergences signalées plus haut ne venaient pas de la nature du métal. Donc, si les rayons X peuvent développer une charge électrique dont nous n'avons encore pu observer aucune trace, cet effet ne dépasse pas l'ordre de grandeur des forces électromotrices de contact.

» Mais, au cours de ces nouvelles expériences, nous avons découvert une propriété spécifique nouvelle des différents corps, et particulièrement des métaux, relativement aux rayons X. Les métaux étant pris en disques de même diamètre, et l'influence des variations du tube de Crookes étant éliminée par la méthode des moyennes alternées, nous avons observé que le temps de chute d'un même potentiel à un autre varie avec la nature du métal exposé. C'est aussi le caractère que présente la déperdition de l'électricité sous l'action des rayons ultra-violets.

» Mais l'ordre des différents métaux n'est pas du tout le même dans les deux cas. On sait que, d'après MM. Lenard et Wolf, qui expliquent ces phénomènes par une pulvérisation du métal, l'argent est le plus sensible à la décharge par les rayons ultra-violets; puis viennent l'or, le fer, le plomb, l'étain, le cuivre, le platine, le mercure, le zinc. Or, l'argent et le zinc, qui occupent les deux extrémités de cette liste, sont, au contraire, extrêmement voisins dans celle que nous avons obtenue au point de vue des rayons X, et ils en occupent le milieu avec l'or, le fer, le nickel, le zinc, le laiton, le cuivre rouge. Aux extrémités, nous trouvons, d'un côté, l'aluminium, pour lequel la déperdition est très lente, et, de l'autre, le platine et le mercure, pour lesquels elle est très rapide.

» Voici quelques nombres exprimant la durée d'une même chute de potentiel, en prenant pour unité celle qui concerne le platine :

Zinc et laiton amalgamés	0,96
Platine en plaques minces	1
» en feuilles battues	1,1
Ferro-nickel	1,38
Zinc	1,41
Argent en feuilles battues	1,41
Cuivre rouge	1,48
Argent en plaques	1,53
Aluminium battu	1,92
» en plaques	2,12
Noir de fumée	1,97

» Ces nombres sont évidemment relatifs au tube que nous avons em-

ployé, vu l'hétérogénéité des rayons X que nous avons précédemment démontrée.

» Donc l'aptitude des différents métaux à utiliser l'énergie des rayons X pour la dissipation de l'électricité varie nettement en sens inverse de leur transparence pour ces rayons, puisque l'aluminium est précisément le plus transparent des métaux précédents, le platine et le mercure les plus opaques. Cette aptitude représente donc *une sorte de pouvoir absorbant*, comparable à celui des corps plus ou moins opaques pour les radiations lumineuses et calorifiques.

» De plus, ce pouvoir absorbant a son siège dans la couche superficielle du métal lui-même, car il augmente nettement avec l'épaisseur de ce métal, quand cette épaisseur est encore très faible.

» Le noir de fumée, transparent pour les rayons X, se montre précisément aussi peu absorbant que l'aluminium. C'est ainsi que le temps de décharge pour une plaque de cuivre poli passe de 1,52 à 1,97 quand elle est recouverte de noir de fumée.

» Sans donner encore de ces phénomènes une explication complète, en vue de laquelle nous avons préparé diverses expériences, nous croyons devoir présenter dès maintenant les observations suivantes :

» 1° La théorie de la pulvérisation ne donne pas cette explication, car elle ne paraît pas compatible avec le fait observé par nous, et aussi par M. J.-J. Thompson, que la décharge des métaux électrisés se fait complètement non seulement dans l'air, mais aussi dans un milieu diélectrique solide comme la paraffine.

» 2° La propriété que posséderaient les diélectriques de devenir conducteurs sous l'action des rayons X, propriété formulée par M. J.-J. Thomson, ne suffit pas pour expliquer toutes les circonstances du phénomène, puisque la nature du métal intervient nettement, jusqu'à une certaine profondeur; nous avons observé de plus que le rapport des temps de décharge trouvé pour deux surfaces métalliques différentes n'est pas modifié lorsque ces deux surfaces sont entièrement recouvertes d'une couche de paraffine de même épaisseur. Nous nous disposons à répéter cette expérience en changeant la nature du diélectrique enveloppant.

» Les résultats que nous venons d'exposer nous paraissent indiquer dans quelle voie doivent être désormais dirigées les recherches pour obtenir des préparations plus sensibles que les plaques au gélatinobromure d'argent dans la photographie par les rayons X; les sels de platine, étant

plus absorbants, seront sans doute plus avantageux ; c'est ce que nous nous proposons de vérifier ([1]). »

PHYSIQUE. — *Sur la réfraction des rayons Röntgen*. Note de M. F. **Beaulard**, présentée par M. Lippmann. (Extrait.)

« Les expériences qui ont été entreprises, en vue d'étudier la réfraction des rayons X, ont été effectuées dans l'air à la pression ordinaire et ont donné des résultats négatifs. Déjà, M. Lénard, dans ses recherches sur les rayons cathodiques, n'avait pu observer de déviation que dans le cas où la pression de l'air ne dépassait pas 33^{cm} de mercure, et M. Röntgen opérant sur les rayons X n'a pu mettre en évidence aucune réfraction régulière; néanmoins, des prismes en ébonite et en aluminium ont donné une déviation, assez faible du reste pour être douteuse. Or, si l'air se comporte comme un milieu trouble, on conçoit facilement que, dans de telles circonstances, où il n'y a pas à proprement parler de direction de propagation, mais une diffusion dans tous les sens, on n'ait pu constater la réfraction des rayons X.

» Je me suis proposé d'étudier à nouveau cette question, mais en opérant dans le vide. La disposition expérimentale que j'ai adoptée est la suivante :

» Un tube, dans lequel on peut faire le vide, porte à l'une de ses extrémités une bague métallique, dans laquelle on peut introduire une plaque photographique, tandis que l'autre extrémité, évasée en entonnoir, est munie d'une ampoule de Crookes mastiquée à l'arcanson. Deux diaphragmes successifs définissent la marche des rayons X. Au moyen d'une tige, passant à frottement dur dans une boîte à étoupes, on peut à volonté introduire ou supprimer un prisme placé à la suite.

» J'ai opéré avec un prisme en ébonite ; il ne m'a pas été possible de mettre en évidence une déviation nette : cependant il semble que la tache obtenue sur le cliché est légèrement ovale. »

([1]) Laboratoire des Recherches physiques à la Sorbonne.

PHYSIQUE. — *Sur la diffraction et la polarisation des rayons de M. Röntgen.* Note de M. G. Sagnac, présentée par M. Lippmann.

« I. Pour obtenir, avec un réseau par transmission à intervalles égaux, des images réelles d'une fente lumineuse ([1]), on placerait ce réseau en avant d'une image réelle fournie par un faisceau convergent. On ne peut le faire avec les rayons de M. Röntgen, qui divergent à l'extérieur du tube de Crookes et pour lesquels on ne possède pas de lentilles. Pour obtenir des images réelles d'une fente, j'ai diaphragmé par une seconde fente, derrière laquelle est placé le réseau, l'entrée d'une grande chambre noire.

» J'ai employé un réseau de $\frac{1}{10}$ de millimètre, construit par M. Gaiffe avec des fils de platine de près de $\frac{1}{20}$ de millimètre de diamètre. La partie inférieure d'un faisceau *lumineux* défini par deux fentes métalliques distantes de $7^{cm},5$ passe au-dessous de la monture métallique du réseau et forme sur le verre dépoli de la chambre noire, à 35^{cm} au delà du réseau, une image réelle de la première fente. La partie supérieure du même faisceau traverse à $2^{cm},5$ derrière la seconde fente le réseau placé sous l'incidence de 45°, ce qui augmente ici les déviations et les intensités des faisceaux diffractés. Ces derniers ajoutent à l'image directe autant d'images diffractées dont quatre surtout sont bien nettes. Ces cinq images de la première fente supposée peu étroite (1^{mm}) se renforcent en se superposant en partie et forment ainsi une image d'aspect cannelé, plus large de 7^{mm} environ que l'image inférieure sans diffraction.

» On règle le parallélisme des bords des fentes entre elles et aux fils du réseau : pour cela, on réalise le maximum de netteté des franges de diffraction de la seconde fente éclairée par la première rendue fine, puis celui des ombres des fils du réseau données par la seconde fente rendue fine à son tour, la première étant élargie jusqu'à 1^{mm}. On élargit enfin la seconde fente jusqu'à voir disparaître les ombres des fils.

» On remplace la source de lumière éclairant la fente par un tube de Crookes et la plaque de verre dépoli par un châssis chargé et fermé. On a obtenu un cliché très net ([2]). On doit chercher à y reconnaître la diffraction par une largeur plus grande de l'image supérieure. *Cette image, si elle dépasse l'image inférieure en largeur ne l'excède certainement pas de plus de $\frac{1}{2}$ de millimètre.* Elle diffère seulement de l'image inférieure dans une largeur de 2^{mm} sur chaque bord où elle présente sept apparences de franges. Mais ces franges apparentes correspondent aux juxtapositions des images des bords de la première fente données par les intervalles transparents auxquels la deuxième fente limite sur le réseau le pinceau de rayons venus de chaque bord de la première.

([1]) On pourrait utiliser les images réelles des réseaux à intervalles variables.

([2]) Le tube de Crookes, construit par M. Chabaud, a fonctionné pendant onze jours, en moyenne cinq heures par jour, sans s'affaiblir sensiblement et en s'échauffant de moins en moins vite.

» D'ailleurs, on remplace le tube de Crookes par la flamme du sel marin; en posant une heure environ à châssis ouvert avec une plaque orthochromatique (sensible au jaune et au vert), on obtient un cliché différent du précédent par une image supérieure cannelée, élargie de plus de 7^{mm}, en négligeant même les parties peu intenses des bords. Or, les apparences de fines franges du premier cliché se retrouvent ici entre les cannelures plus larges, aussi bien, du reste, dans les dernières images diffractées que sur les bords de l'image centrale, et la nature simple de la lumière employée empêche de les regarder comme dues à la diffraction par le réseau; ce sont bien les phénomènes d'ombres expliqués tout à l'heure. Ces mêmes images des bords de la première fente ne sont guère visibles sur les clichés qu'on obtient à châssis ouvert, soit avec la lumière ordinaire du gaz, soit avec la lumière même du tube de Crookes, à cause de la complication que la nature des sources employées imprime aux cannelures de diffraction, surtout si la plaque sensible est orthochromatique.

» L'élargissement par diffraction du faisceau supérieur, s'il existe sur le cliché donné par les rayons de Röntgen, ne dépasse pas $\frac{1}{2}$ millimètre ou à peine $\frac{1}{4}$ de millimètre. Or, un élargissement de $\frac{1}{2}$ millimètre, 14 fois plus faible au moins que celui que donne la lumière de la raie D, correspondrait à une longueur d'onde de $0^{\mu},04$.

» Cela suffit pour conclure : *Les rayons de Röntgen qui ont impressionné la plaque sensible à travers le volet de bois du châssis ne possèdent pas de longueurs d'onde supérieures à 4 centièmes de micron* (1).

» II. Les rayons de M. Röntgen sont-ils liés à un vecteur soit longitudinal, soit transversal et, dans ce dernier cas, comment les polariser?

» On ne peut songer actuellement à les polariser par réflexion, ni par réfraction, ni sans doute par diffraction. L'émission et la diffusion seraient peut-être à essayer. Il est, en tout cas, plus simple de tenter de les polariser *par absorption*.

» Soient deux lames cristallines, d'épaisseurs voisines, parallèles à l'axe, superposées avec leurs axes parallèles. Partageons la surface de la lame supérieure en deux moitiés et faisons tourner l'une d'elles de 90°. Le système des trois lames réalise à la fois l'analogue des tourmalines croisées et des tourmalines parallèles. Avec une *lumière monochromatique* l'amplitude 1 devient, au sortir d'une lame, pour les composantes perpendiculaire et parallèle à l'axe, respectivement o et e, qui diffèrent s'il y a di-

(1) Les premiers clichés obtenus à 80^{cm} ou à 90^{cm} du réseau, donneraient 1 ou 2 centièmes de micron pour cette limite supérieure si leur défaut d'intensité n'empêchait d'en tirer une conclusion bien sûre. Dans le premier essai, la première fente était assez fine pour donner des franges de diffraction avec la seconde en lumière ordinaire (aussi bien dans les spectres diffractés que dans l'image directe). Avec les rayons de M. Röntgen, ces franges de diffraction ont disparu, comme cela avait déjà été observé par M. J. Perrin dans le cas de 2 fentes seulement, distantes de 5^{cm} avec une plaque à 10^{cm} au delà (*Comptes rendus* du 27 janvier 1896, p. 187 de ce Volume).

chroïsme. La plage des sections principales parallèles laisse passer une intensité dont l'excès sur celle de l'autre plage est mesuré par $(o^2 - e^2)^2$.

» D'ailleurs pour les différences $(o - e)$, de signes peut-être différents, relatives à différentes longueurs d'onde, les différences d'intensité correspondantes s'ajoutent toujours en faveur de la plage où les sections principales sont parallèles.

» J'ai recherché si l'effet se produit avec les rayons de M. Röntgen en disposant de tels systèmes de trois lames sur le double de papier noir qui recouvre la plaque sensible. Le temps de pose s'est élevé jusqu'à plusieurs heures. Les clichés obtenus *avec l'intensité désirable* n'ont pas révélé de dichroïsme sensible :

Corps employés.	Quartz.	Spath.	Tourmalines brunes (¹).	Mica.	Ferrocyanure de potassium.
Épaisseurs de chaque lame.	$0^{mm},03$	$0^{mm},4$	$0^{mm},5$	$0^{mm},2$	$0^{mm},4$ à 2^{mm}

» Une précaution est indispensable pour éliminer l'influence d'une petite différence de nature comme il est arrivé pour les tourmalines : on fait tourner de 90° sur place chacune des deux demi-lames supérieures de manière que les plages des sections principales parallèles et des sections croisées s'échangent mutuellement. Une différence d'intensité due au dichroïsme doit suivre, dans son déplacement, le parallélisme des sections principales. Or, la très petite différence d'intensité, aperçue avec les tourmalines, persistait toujours sur la même demi-lame.

» Si la méthode se prête à un contrôle aussi facile et se trouve indépendante de la complexité des radiations employées, elle n'est pas, malheureusement, bien sensible. On voit aisément, *dans le cas de la lumière,* que, pour déceler une différence de $\frac{1}{10}$ par exemple, entre l'unité et le rapport $\frac{o}{e}$, il faudrait que la photographie pût révéler une différence relative de $\frac{1}{50}$ entre les intensités lumineuses qui impressionnent les deux plages contiguës, ce qui dépasse déjà beaucoup ce qu'on peut espérer.

» On ne saurait donc tirer de ces expériences négatives de dichroïsme un argument de grande valeur en faveur de l'hypothèse d'un vecteur longitudinal. Elles ajoutent seulement une distinction particulière de plus entre les rayons X et les rayons lumineux que nous connaissons (²). »

(¹) Ces lames de quartz, de spath et de tourmalines, fournies par M. Verlain, étaient parallèles à l'axe. Les lames de mica et de ferrocyanure étaient obtenues par clivage.

(²) Travail fait au laboratoire de M. Bouty, à la Sorbonne, en février et mars.

J'avais déjà réalisé quelques-unes de ces expériences, quand M. J.-J. Thomson a publié, dans le numéro du 27 février du journal *The Nature*, dont je viens d'avoir connaissance, la même expérience négative dans le cas de la tourmaline.

PHYSIQUE. — *Photographies stéréoscopiques obtenues avec les rayons* X. Note de MM. **A. Imbert** et **H. Bertin-Sans**, présentée par M. d'Arsonval. (Extrait.)

« Il peut être quelquefois utile, en vue d'une intervention chirurgicale possible, d'obtenir des photographies stéréoscopiques qui permettraient de juger la position et la direction d'un corps étranger, un fragment d'aiguille par exemple, situé au sein des tissus. Nous avons obtenu de semblables photographies par le dispositif suivant :

» La partie du corps à photographier, la main par exemple, est disposée sur une lame métallique percée en son milieu d'une assez large ouverture, en face de laquelle doit se trouver la région qui contient le corps étranger. La lame est d'ailleurs inclinée par rapport à la normale menée, par le centre du diaphragme, à la surface utilisée du tube de Crookes, et l'on dispose au-dessous d'elle la plaque sensible dont la seule partie qui puisse dès lors être influencée est celle qui se trouve au-dessous de l'ouverture de la lame métallique. Après un temps de pose suffisant, on fait glisser la plaque sensible de manière que sa partie impressionnée se trouve maintenant au-dessous de l'ouverture de la plaque métallique; on incline cette lame et la plaque sensible du même angle que précédemment, mais en sens inverse, et l'on actionne de nouveau le tube pendant le même temps. Les deux épreuves obtenues ainsi, placées à une distance convenable l'une de l'autre dans un stéréoscope, donnent très nettement la sensation du relief ou de la direction du corps étranger.

» C'est par ce procédé qu'ont été obtenues les épreuves stéréoscopiques jointes à cette Note. »

PHYSIQUE. — *Détermination à l'aide des rayons* X *de la profondeur où siège un corps étranger dans les tissus*. Note de MM. **Abel Buguet** et **Albert Gascard**, présentée par M. H. Moissan.

« Lorsqu'on applique les rayons X à la recherche de corps étrangers dans les tissus, il est intéressant de connaître la profondeur où ils siègent. A côté des méthodes de projection dans des plans différents, souvent inapplicables, nous avons employé la suivante.

» Une première expérience nous avait indiqué l'existence d'une aiguille à l'intérieur d'une main. Nous avons alors dirigé sur la main les rayons X de deux sources, empruntées à deux tubes différents, ou à un seul portant un diaphragme percé de deux trous. La droite qui joignait les deux sources était dans le plan passant par l'extrémité de l'aiguille et perpendiculaire à la plaque photographique sur laquelle la

main était posée. On mesurait la distance des sources et leur distance commune à la plaque.

» Après impression, le développement donne deux pénombres de l'aiguille. On mesure la distance des pénombres fournies par l'extrémité de l'aiguille. Un calcul simple donne la distance de cette extrémité à la plaque, et par conséquent sa profondeur sous l'épiderme.

» On obtiendrait de même la profondeur de l'autre extrémité de l'aiguille.

» Une seule opération suffira souvent, et en particulier si l'on a affaire à un corps étranger de petites dimensions. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Expériences relatives à l'action des rayons X sur un* Phycomyces. Note de M. **L. Errera**, présentée par M. Ph. van Tieghem.

« La Mucoracée *Phycomyces nitens* se courbe, comme on sait, quand elle subit l'influence asymétrique de beaucoup d'agents extérieurs, parmi lesquels il faut ranger, d'après Hegler, les ondes électriques de Hertz. On pouvait donc se demander si elle présenterait une courbure en étant exposée, par l'une de ses faces, aux rayons X de Lenard et de Röntgen.

» Les expériences que j'ai faites pour élucider cette question, au laboratoire de Physique et à l'Institut Solvay (Université de Bruxelles), ont donné un résultat négatif : je n'ai pu constater aucune sensibilité du *Phycomyces* vis-à-vis de ces radiations. »

PHYSIQUE. — *Sur les rayons Röntgen*. Note de M. **Charles Henry** (1).

« Il me semble possible, à l'heure actuelle, de coordonner les résultats acquis sur les rayons X et de les rattacher dans leurs grandes lignes, au moins par des relations qualitatives, à des faits connus.

» Il est presque certain que les rayons X sont des rayons ultra-ultra-violets, c'est-à-dire à vibrations transversales. Ils ne présentent pas, il est vrai, d'interférences : mais c'est ce qui doit avoir lieu, d'après la théorie de Fresnel perfectionnée par Kirchhoff, pour les longueurs d'onde tendant vers zéro. Ils ne se réfractent pas; mais Wüllner a proposé une formule de la dispersion exprimant l'indice de la réfraction n en fonction de la

---

(1) Cette Communication était parvenue à l'Académie lundi dernier 23 mars, trop tard pour être insérée aux *Comptes rendus*.

longueur d'onde, d'où il ressort que $n = 1$ pour $\lambda = 0$; il se produit pour les petites longueurs d'onde une régression des réfrangibilités [1]; comme il n'y a pas réfraction, il ne peut y avoir double réfraction, ni polarisation pour ces rayons. Ils illuminent les corps phosphorescents; or, d'après la loi de Stokes, ces corps ne peuvent s'illuminer qu'en absorbant des radiations de nombres de vibrations plus grands que celles qu'ils émettent; donc les rayons X doivent être ultra-violets. Ils déchargent, comme ceux-ci, les corps électrisés. A ce propos il convient d'observer que les théories de Maxwell sont impuissantes à expliquer aussi bien la décharge par les rayons X que la décharge par les rayons ultra-violets.

» Les rayons cathodiques ne sont vraisemblablement pas autre chose que des rayons Röntgen compliqués de convection de matière (courant unique de l'anode à la cathode ou double courant de deux matières résultant de la décomposition électrolytique du milieu, peu importe). On sait qu'une telle convection produit les mêmes effets électro-magnétiques qu'un courant constant; or, un circuit, traversé par un courant constant et placé à proximité du pôle d'un aimant, est sollicité par une force perpendiculaire au plan du circuit et du pôle; donc l'aimant déviera ce qui, dans le rayon cathodique, est assimilable à un courant constant; il ne déviera pas le rayon Röntgen, lieu géométrique de vibrations transversales qui ont tous les caractères de courants alternatifs.

» Cette conception explique bien une expérience de MM. Gossart et Chevalier : l'arrêt des ailettes du radiomètre sous l'influence des radiations de l'ampoule de Crookes et leur décalage sous l'influence de l'aimant. Le radiomètre, d'ordinaire, ne subit l'action, ni des aimants, ni des courants [2]; on admet généralement que le mouvement des ailettes est dû à une inégalité de pression des particules matérielles frappant les deux faces opposées. Si le radiomètre est frappé par des rayons cathodiques qui se transmettent à travers le verre de l'ampoule, soit directement, soit en rendant fluorescente cette enveloppe, il y a convection de matière; cette convection peut neutraliser la convection causée par une source chaude : d'où arrêt des ailettes. Si alors on introduit un aimant dans le champ, les rayons cathodiques sont déviés; ils ne frappent plus les ailettes aux mêmes

---

(1) M. Raveau a présenté le 7 février à la Société de Physique des considérations de cet ordre, fondées sur la dispersion anomale.

(2) *Comptes rendus*, 10 février, p. 316. Mais je dois noter que M. J. Rydberg énonce la proposition contraire (*Comptes rendus*, 23 mars, p. 715).

points et l'équilibre ne pourra se rétablir que pour une nouvelle position des ailettes.

» D'après ces considérations, les rayons X redeviennent en partie cathodiques en repassant de l'air dans le milieu raréfié de l'ampoule (¹); réciproquement, en passant par des milieux trop denses, les rayons cathodiques se transforment en rayons X, à la manière des bolides qui, arrêtés par l'atmosphère, deviennent lumineux. Il y a donc, avec la distance parcourue, accroissement de la proportion des rayons X dans la radiation; on s'explique très bien ainsi la contradiction apportée par ces rayons à la loi logique de l'absorption, qui doit croître en progression géométrique, l'épaisseur croissant en progression arithmétique; il se peut encore que, le coefficient d'absorption étant très petit, on puisse, en développant l'exponentielle suivant les puissances de l'épaisseur, négliger, pour une épaisseur encore grande, toutes les puissances supérieures à la première.

» Cela posé, sans entrer dans la critique d'expériences récentes poursuivies en vue de prouver l'émission de rayons X par le Soleil, on peut admettre que toutes les sources de lumière suffisamment intenses émettent de ces rayons, mais très peu comparativement à l'ampoule de Crookes. Il est probable que les insuccès photographiques, rencontrés parfois avec les corps phosphorescents insolés, tiennent à l'absorption que les rayons X, comme les rayons ultra-violets, subissent de la part de l'atmosphère, absorption sensiblement proportionnelle, pour les premiers, à la densité des couches traversées et à l'épaisseur de chaque couche (²). Les corps phosphorescents jouent, à l'égard des rayons X émis par le Soleil, le même rôle que le noir de fumée à l'égard des radiations calorifiques obscures; ils les condensent, puis, en vertu de la loi de Stokes, les transforment en radiations d'un moindre nombre de vibrations. Ces vibrations, qui traversent également les corps opaques, comme je l'ai démontré le premier, se réfractent (expériences de M. Henri Becquerel), ce qui doit être, puisqu'elles s'éloignent sensiblement de $\lambda = 0$.

» Tout le monde savait qu'on peut faire produire à un corps des radiations de très courte longueur d'onde soit en le chauffant vivement, soit en dépensant sur lui, à la température ordinaire, beaucoup de travail (choc

---

(¹) M. Lagrange n'a constaté aucune déviation des rayons X par un champ magnétique quand ils traversent le vide de Crookes; mais on sait que la déviation des rayons cathodiques ne s'observe nettement que dans l'air raréfié.

(²) Battelli et Garbasso.

de deux corps froids produisant une étincelle), soit, dans le cas d'un corps phosphorescent, en exposant ce corps à une source riche de radiations complexes. En exposant à des oscillations électriques des corps fluorescents (les gaz raréfiés, le verre de l'ampoule, la gélatine de la plaque photographique), M. Röntgen a montré qu'on leur fait émettre des radiations photographiques douées de propriétés singulières qui semblent parfaitement convenir à des ondulations de période extrêmement courte. Ce fait nous force simplement à élargir, en vue du calcul, les cadres théoriques et apporte une donnée de plus au problème de la phosphorescence. »

PHYSIQUE. — *Réponse à des observations de M.* Henri Becquerel *relatives à une Note « Sur le principe d'un accumulateur de lumière »*; par M. **Charles Henry**.

« Dans une Note communiquée à la dernière séance, M. H. Becquerel écrit que le fait de l'empêchement de l'émission lumineuse des corps phosphorescents par les froids intenses, fait relaté dans ma dernière Note, est « un des plus anciennement connus ». Ce savant académicien cite à l'appui de son assertion trois sources : 1° *La Lumière*, de M. Edm. Becquerel, tome I, page 390; 2° un Mémoire de M. H. Becquerel (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 557); 3° un Mémoire de M. Raoul Pictet (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 527).

» En ce qui concerne la première de ces sources, je dois répondre que l'auteur, loin d'indiquer l'obscurcissement des corps phosphorescents par le froid, écrit ces lignes : « ... il suffit de placer les sulfures phosphores-» cents dans une capsule et de les soumettre à un abaissement de tempéra-» ture; après leur insolation ils *luisent vivement*... », ce qui est le contraire de mon assertion, et cependant l'auteur expérimentait aux mêmes températures que moi, voisines de $-20°$.

» Dans la deuxième source on ne retrouve, page 561, que le fait bien connu de la précipitation de l'émission lumineuse par la chaleur. M. Henri Becquerel note bien (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXX, p. 66) que « par le refroidissement la phosphorescence est en quelque sorte » engourdie, paralysée »; mais il s'agit de corps qui, après avoir été portés préalablement à une haute température se refroidissent librement dans l'obscurité.

» Pour ce qui concerne M. Raoul Pictet, il est incontestable que ce sa-

vant a découvert l'obscurcissement à $-100°$ du sulfure de calcium, du sulfure de baryum, du sulfure de strontium, préalablement excités à la lumière.

» A côté de M. Pictet, il convient d'ailleurs de citer M. Dewar (*Chemical news*, 1894); le fait était certainement facile à prévoir; mais il me reste, ce me semble, d'avoir démontré, le premier, que l'obscurcissement est déjà très notable, pour mon sulfure de zinc phosphorescent, aux températures voisines de $-20°$, c'est-à-dire à des températures facilement réalisables : le seul point intéressant dans le problème *pratique* d'un accumulateur de lumière. J'ai constaté depuis que l'on obtient un obscurcissement encore plus notable même, à des températures moins basses, sur des sulfures de zinc calcinés à certaines températures moyennes qu'il s'agit de préciser. L'idéal serait de trouver un corps phosphorescent qui, brillant aux températures vulgaires, s'obscurcirait aux températures voisines de zéro. »

PHYSIQUE. — *Observations relatives à la réponse de M.* Charles Henry; par M. **Henri Becquerel.**

« Dans la réponse que M. Charles Henry a cru devoir faire à mes observations, l'auteur cite une phrase d'un Ouvrage de mon père, qui paraît être en contradiction avec le principe dont il s'occupe, et qui cependant est l'expression d'un fait d'expérience.

» C'est qu'en effet il existe, pour les divers corps phosphorescents, des températures particulières pour lesquelles l'émission de la lumière, et, plus exactement, l'émission de certaines radiations particulières est maximum: avec un certain corps, ce sera à $-20°$; avec un autre, ce sera $+100°$. Si l'on illumine le premier à $-20°$, il sera plus lumineux par phosphorescence qu'à toute autre température supérieure ou inférieure; si l'on illumine le second à la même température de $-20°$, il sera beaucoup plus sombre qu'à la température ordinaire. M. Charles Henry eût trouvé ces renseignements cinq lignes avant la phrase qu'il se borne à citer. Les effets sont différents si l'on refroidit d'abord les substances pour les exciter ensuite, ou si on les excite d'abord à une certaine température pour abaisser ensuite cette température.

» Quant au principe lui-même dont M. Charles Henry s'attribue l'expression, nous le regardions depuis longtemps comme une vérité acquise,

et, en 1883, je le résumais ainsi (*Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XXX, p. 66) : « Cette expérience montre bien clairement que, *par le* » *refroidissement,* la phosphorescence est, en quelque sorte, engourdie, pa- » ralysée, mais non détruite, et que la substance conserve alors, dans ces » conditions, la faculté de devenir lumineuse lorsqu'elle est portée de nou- » veau à la température initiale. »

» Cette même idée a été développée dans les *Comptes rendus,* t. CXII, p. 562, où l'on trouve la conclusion suivante : « Cette portion latente de » l'énergie emmagasinée dans les corps paraît y rester d'une manière per- » manente si le corps est maintenu à une température égale ou *inférieure* à » la température considérée. »

» Ces termes sont, je pense, assez précis pour clore toute discussion. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Safrol et isosafrol. Synthèse de l'isosafrol.* Note de M. **Ch. Moureu**, présentée par M. H. Moissan.

« On donne habituellement au safrol et à l'isosafrol les formules de constitution suivantes :

$$C^6H^3\begin{array}{l}\diagup(1)O\diagdown \\ -(2)O\diagup \\ \diagdown(4)CH^2-CH=CH^2\end{array}\! \quad CH^2$$

Safrol.

$$C^6H^3\begin{array}{l}\diagup(1)O\diagdown \\ -(2)O\diagup \\ \diagdown(4)CH=CH-CH^3\end{array} CH^2$$

Isosafrol.

» Le premier de ces deux isomères est envisagé ainsi comme un dérivé allylique, et le second comme un dérivé propénylique de la méthylène-pyrocatéchine. Le groupement méthylène-pyrocatéchine $\begin{array}{l}-O\diagdown \\ -O\diagup\end{array}CH^2$ existe réellement, et à la place indiquée, dans la molécule de safrol et d'isosafrol ; le safrol est, en effet, le point de départ de la fabrication industrielle du pipéronal $C^6H^3\begin{array}{l}\diagup(1)O\diagdown \\ -(2)O\diagup \\ \diagdown(4)CHO\end{array}CH^2$. Quant à la forme du radical non saturé C^3H^5 dans l'un et l'autre cas, la meilleure raison à invoquer en faveur des formules ci-dessus est la transformation, sous l'influence de la potasse, du safrol bouillant à 232° en isosafrol bouillant à 248°, transformation qui a été réalisée pour la première fois par MM. Grimaux et

Ruotte ([1]), et qui rappelle très fidèlement le passage, dans les mêmes conditions, de l'eugénol, dérivé allylique bouillant à 247°, à son isomère l'isoeugénol, dérivé propénylique bouillant à 263°.

» C'était là une pure manière de voir; il importait de la ratifier par la synthèse directe du safrol et de l'isosafrol. Tel est le but que je me suis proposé.

» Le premier composé qu'il fallait d'abord obtenir est la méthylène-pyrocatéchine

$$C^6H^4\langle{}^{(1)O}_{(2)O}\rangle CH^2,$$

noyau commun aux deux isomères et au pipéronal. J'y suis parvenu en faisant réagir l'iodure de méthylène sur la pyrocatéchine disodée. C'est un liquide huileux, incolore, à odeur aromatique, qui bout à 172°-173°, et qui a pour densité à 0° 1,202

(C = 68,53 et 68,10; H = 5,02 et 5,11. Calculé : C = 68,80; H = 4,91).

La méthylène-pyrocatéchine, traitée par l'iodure d'allyle et la poudre de zinc, donnerait sans doute le safrol, comme le vératrol donne le méthyleugénol (Ch. Moureu). Les faibles rendements obtenus dans sa préparation ne m'ont pas permis jusqu'ici d'effectuer cette réaction. Par contre, j'ai pu reproduire synthétiquement l'isosafrol.

» Si l'isosafrol est bien la (4) propényl-(1.2) méthylène-pyrocatéchine, on doit pouvoir l'obtenir par l'action de la chaleur sur l'acide méthylène-homocaféique

$$C^6H^3\begin{cases}(1)O \\ (2)O \end{cases}\!\!\rangle CH^2 \\ \quad (4)CH = \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} - CO^2H.$$

» Ce composé se prépare facilement en chauffant, au réfrigérant à reflux, un mélange de pipéronal, d'anhydride propionique et de propionate de soude sec (réaction de Perkin). Il est à peine soluble dans l'eau bouillante et cristallise dans l'alcool à 80° en petites aiguilles fusibles à 198°-199° (C = 64,09 et 63,77; H = 5,1 et 5,09. Calculé : C = 64,07; H = 4,85). Le sel d'argent cristallise dans l'eau bouillante en fines aiguilles blanches, légèrement rosées (Ag = 34,45; calculé 34,5). Le produit de Lorenz ([2]) fondait à 192°-194°.

» Lorsqu'on chauffe progressivement l'acide méthylène-homocaféique, il fond d'abord et perd ensuite, à partir de 270°, de l'acide carbonique; il distille, à une température plus élevée, en partie inaltéré, en laissant un résidu abondant et résineux. La réaction n'est d'ailleurs pas plus normale quand on opère dans le vide. Si l'on fait un mélange intime de l'acide non saturé avec la quantité théorique de chaux anhydre,

---

([1]) *Bulletin de la Société chimique*, t. II, p. 465.
([2]) *Berichte*, XIII, 759.

et qu'on le soumette à la distillation sèche, par portions de 3gr à 4gr, à la pression ordinaire ou sous pression réduite, il passe quelques gouttes d'une huile à odeur d'isosafrol.

» Il nous a été impossible, avec de si faibles quantités, d'identifier le produit avec l'isosafrol naturel. M. Eykmann ([1]), dans un Mémoire dont nous avons eu connaissance lorsque ce Travail était déjà terminé, dit avoir obtenu un liquide huileux jaune, à odeur aromatique, dont il n'a pu, faute de substance, déterminer que très imparfaitement le point d'ébullition (240°-245°), et qui lui a donné, pour la densité de vapeur, le chiffre 80,25 au lieu du chiffre théorique 81.

» Après avoir été arrêté pendant longtemps par la même difficulté que M. Eykmann, j'ai été assez heureux pour pouvoir la tourner, et cela, de la façon suivante :

» Lors de la préparation de l'acide méthylène-homocaféique, si l'on fait communiquer l'atmosphère du ballon avec un vase contenant de l'eau de baryte, celle-ci se trouble abondamment, avec précipitation de carbonate de baryte, et il se forme en même temps de notables quantités d'isosafrol. Le mécanisme de la réaction est facile à expliquer. La température du mélange est de 200° environ, et cette température est suffisante pour permettre la décomposition lente de l'acide non saturé; l'anhydride propionique en excès protège l'isosafrol, lui sert de MATELAS à mesure qu'il prend naissance, et l'empêche de se résinifier. Voici d'ailleurs comment il convient d'opérer :

» On chauffe pendant quatre à cinq heures, au réfrigérant à reflux, un mélange de pipéronal (50gr), de propionate de soude sec (50gr), et d'anhydride propionique (60gr). La masse pâteuse est ensuite versée dans un excès d'eau, et le tout chauffé quelques instants à l'ébullition pour décomposer l'anhydride en excès. On laisse refroidir, on décante la liqueur claire, et l'on essore le produit solide à la trompe. Il se sépare une huile jaune rougeâtre, qu'on enlève complètement par un lavage à l'alcool et à l'éther. Le corps solide, d'abord jaunâtre, est maintenant blanc; c'est l'acide méthylène-homocaféique (poids 32gr). Quant à l'huile jaune rougeâtre, elle est constituée presque tout entière par l'isosafrol. On la chauffe dans un courant de vapeur d'eau en liqueur alcaline. L'isosafrol entraîné (19gr) est séché sur le chlorure de calcium et distillé. Après trois rectifications, il passe presque tout entier (16gr) à 248°,5-250°,5. Il a l'odeur franche d'isosafrol, avec lequel je l'ai identifié très complètement.

» 1° *Combustion :*

	I.	II.	Calculé.
H pour 100	6,59	6,59	6,17
C pour 100	74,32	74,30	74,74

» 2° Densité à 0° : Isosafrol synthétique (248°,5-250°,5), $D_0 = 1,135$; isosafrol naturel (248°-251°), $D_0 = 1,136$.

» 3° Indice de réfraction à 20° : Isosafrol synthétique, $n_D = 1,5743$; isosafrol naturel, $n_D = 1,5733$.

» 4° Comme l'isosafrol naturel, le corps synthétique fournit, à l'oxydation par le permanganate, de l'acide pipéronylique (MM. Ciamician et Silber) fusible à 227°, et,

---

([1]) *Berichte*, XXII, 2749.

à l'oxydation par le bichromate de potasse et l'acide sulfurique, un mélange de pipéronal et d'aldéhyde.

» 5° Enfin, l'isosafrol synthétique donne, quand on le traite par le brome en solution sulfocarbonique, un corps blanc, cristallisé en fines aiguilles, brillantes, fusibles à 109°-110°, et identique au tribromoisosafrol $C^{10}H^{9}Br^{3}O^{2}$ de MM. Ciamician et Silber.

» *Conclusions*. — La synthèse de l'isosafrol en partant de l'acide méthylène-homocaféique établit sa constitution d'une façon indiscutable; elle montre que ce composé est bien la propénylméthylène-pyrocatéchine. Si l'on procède par voie d'exclusion, le safrol sera l'allylméthylène-pyrocatéchine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le citronnellal et son isomérie avec le rhodinal.* Note de MM. **Ph. Barbier** et **L. Bouveault**, présentée par M. Friedel.

« Dodge a découvert, dans l'essence de citronnelle (*Andropogon nardus*), une aldéhyde $C^{10}H^{18}O$ (*Amer. chem. journ.*, octobre, 1889) ; le même produit a été ensuite vendu par la maison Schimmel, sous le nom de *citronnellone*.

» M. Semmler a trouvé, dans l'essence de mélisse allemande, un composé qui lui a semblé identique à la citronnellone de Schimmel (*D. chem. G.*, t. XXVI, p. 209) ; il a fait voir que ces deux produits étaient formés non par une acétone, mais par une aldéhyde à laquelle il a donné le nom de *citronnellal*. Cette aldéhyde, qu'il a retrouvée également dans l'essence d'*Eucalyptus maculata*, variété *citriodora*, lui a fourni plusieurs dérivés, notamment l'acide correspondant. Une oxydation plus avancée lui a fourni un acide bibasique $C^{7}H^{12}O^{4}$ fondant à 82°-83°, qu'il a tenu pour différent de l'acide β-méthyladipique, malgré le voisinage des points de fusion (*D. chem. G.*, t. XXVI, p. 2254).

» On a annoncé également que cette même aldéhyde existait dans le citral de l'essence de citron, ce dont nous avons démontré l'inexactitude dans une précédente Note.

» Nous avons opéré sur une essence dénommée *essence de citronnelle, mélisse des Indes*, provenant de la maison Roure, Bertrand fils, de Grasse ; nous l'avons soumise à la distillation fractionnée sous une pression de 10^{mm}. La portion 85°-100°, peu abondante (15 pour 100 environ), traitée par le bisulfite, a fourni sans difficulté un liquide incolore bouillant à 92° sous 10^{mm}, et dont la composition répond à la formule $C^{10}H^{18}O$; sa semicarbazone forme de belles lamelles micassées, très solubles dans tous les dissol-

vants neutres, sauf l'éther de pétrole, moins solubles dans l'alcool à 50°, qui l'abandonne en cristaux fondant à 82°. Ce composé, le seul qui prenne naissance dans l'action de la semicarbazide sur le citronnellal, pourra servir à le caractériser.

» Nous avons répété la préparation de l'acide citronnellique au moyen de l'oxime, puis du nitrile du citronnellal. Il était important de caractériser cet acide et de le différencier de son isomère, l'acide rhodinique. Pour cela, nous l'avons transformé en paratoluide; cette combinaison distille sans altération à 230° sous 10mm et cristallise bientôt après; elle est très soluble dans les dissolvants organiques, sauf l'éther de pétrole; on l'obtient cristallisée en longues et fines aiguilles incolores, par dissolution dans l'alcool à 80° bouillant; elle fond à 95° (la paratoluide de l'acide rhodinique fond à 80°,5). Ces deux acides sont donc différents.

» L'oxydation profonde du citronnellal nous a fourni, outre le même acide citronnellique, un acide bibasique identique à celui décrit par Semmler et de la diméthyliétone que nous avons caractérisée par la formation d'iodoforme; nous avons constaté, contrairement à l'assertion du savant allemand, que l'acide bibasique, obtenu dans l'oxydation du citronnellal n'était autre que l'acide β-méthyladipique; nous l'avons pu caractériser au moyen de son anilide fondant à 118°.

» La formation d'acétone et d'acide β-méthyladipique dans l'oxydation du citronnellal ne permet de lui donner que l'une des deux formules

$$\text{(I)}\qquad \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>C = CH - CH^2 - \overset{\overset{\displaystyle CH^3}{|}}{CH} - CH^2 - CH^2 - COH.$$

$$\text{(II)}\qquad \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>C = CH - CH^2 - CH^2 - \overset{\overset{\displaystyle CH^3}{|}}{CH} - CH^2 - COH.$$

» Or, la formule (II) est celle du rhodinal, nous l'avons précédemment démontré; de plus, le rhodinal est différent du citronnellal, puisque les acides correspondants sont différents; le citronnellal doit donc posséder la formule (I). »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur les macroblastes des huîtres : leur origine et leur localisation*. Note de M. **Joannes Chatin**.

» Dans une récente Communication ([1]), j'ai montré avec quelle fréquence et quelle intensité la phagocytose s'exerce chez les huîtres, m'attachant en même temps à faire connaître quels sont ses agents et quel rôle leur incombe. Si instructifs qu'ils soient en eux-mêmes, ces faits le devien-

---

([1]) *Comptes rendus*, séance du 24 février 1896.

nent davantage encore par la lumière qu'ils jettent sur certains points demeurés obscurs. Telles sont les questions relatives à la véritable nature des macroblastes et à la singulière localisation qu'ils peuvent offrir.

» En établissant ([1]) que ces éléments sont le siège du chromatisme (verdissement, brunissement. etc.), j'avais cru devoir réserver tout ce qui concernait leur origine histique. Les observateurs qui ont confirmé les résultats de mes recherches ont généralement considéré ces cellules comme épithéliales; parfois on a même accentué cette assimilation en les décrivant comme glandulaires. De l'ensemble des études que je poursuis depuis plus de trois ans, je crois pouvoir conclure que ces éléments sont de nature conjonctive. Leur structure intime, leur aspect, le grand diamètre qu'ils atteignent si rapidement, leurs adaptations fonctionnelles, tous leurs caractères se réunissent pour légitimer cette origine, dont je donnerai bientôt de nouvelles preuves.

» Actuellement, je me hâte de répondre à l'objection qui pourrait être tirée de leur situation : enchâssés dans l'épithélium, les macroblastes ne doivent-ils pas, par ces rapports mêmes, lui appartenir?

» Je ferai d'abord observer que, pour être fréquente, cette localisation intra-épithéliale n'est nullement constante. On découvre souvent des macroblastes en dehors de l'épithélium, dans le tissu conjonctif sous-jacent : le fait est facile à constater chez l'huître portugaise (*Gryphea angulata*); il suffit même d'y comparer les macroblastes aux cellules ambiantes pour reconnaître leur parenté. Vraisemblablement, cette dissémination des macroblastes doit se généraliser chez certains Lamellibranches.

» D'autre part, la pénétration de cellules conjonctives dans un épithélium ne saurait être maintenant regardée comme anormale; elle tend même à se présenter fréquemment en Histologie zoologique : non seulement on la constate journellement chez les Annélides et les Arthropodes, mais on l'a même signalée chez plusieurs Mollusques.

» Loin d'infirmer l'origine conjonctive, les relations de contiguïté ou de voisinage viennent donc la confirmer. S'il était nécessaire d'en donner une nouvelle démonstration, je l'emprunterais à l'histologie de l'huître dite de la Côte-Rouge, très recherchée à Paris depuis quelques années. Exceptionnellement « grasse », cette huître témoigne d'une nutrition surabondante; la phagocytose s'y exerce activement; de même pour la prolifération des éléments conjonctifs et leur rapide accroissement. Or, en de semblables

---

([1]) *Comptes rendus*, séances du 6 février 1893 et du 22 avril 1895.

conditions, on ne trouve pas seulement les macroblastes sous-épithéliaux aussi nombreux que les macroblastes intra-épithéliaux; on observe, dans le tissu sous-épithélial, des strates de cellules géantes, identiques aux macroblastes, s'en différenciant d'autant moins que la pigmentation de ceux-ci est toujours assez faible chez cette huître. L'origine commune se trouve donc établie de la façon la plus évidente.

» J'aborde maintenant la seconde question que je me propose de traiter dans cette Note. Il s'agit de la singulière station que les macroblastes occupent chez certaines huîtres, où ils se répartissent spécialement au sommet des papilles branchiales.

» Cette localisation s'affirme surtout chez les huîtres aptes à se pigmenter facilement et avec intensité; c'est ainsi qu'elle est facile à constater sur les huîtres dites de Marennes, comme le montrent les préparations et photographies que j'ai mises sous les yeux de l'Académie en février 1893. J'ai longtemps cherché la cause de cette répartition apicilaire et n'ai pu me l'expliquer que récemment par l'étude de la phagocytose; de cette étude, il ressort, en effet, que le sommet des papilles représente le point de moindre résistance de l'épithélium, partant le lieu d'élection des cellules conjonctives qui émigrent dans ce tissu. On le reconnaît aisément en suivant la marche des phagocytes dans les lamelles branchiales : c'est surtout vers le sommet des papilles qu'ils se dirigent et c'est à ce niveau qu'ils écartent le plus promptement les cellules épithéliales, pour se loger entre elles ou gagner l'extérieur. Si le sommet est déjà occupé par un macroblaste sédentaire et adapté à la fonction chromatique, deux cas peuvent se présenter : ou bien l'exode des phagocytes s'opérera sur les flancs de la papille, par attaque plutôt que par écartement; ou bien le macroblaste lui-même sera dilacéré par les phagocytes et ses granulations pigmentaires se dissémineront dans le tissu ambiant, comme je l'ai décrit précédemment. Je dois ajouter que, de ces deux cas, le premier est le plus fréquent, les phagocytes s'attaquant rarement aux macroblastes,

» On peut établir, expérimentalement, que le minimum de cohésion du tissu épithélial se trouve au sommet des papilles; en plaçant la préparation sous le compresseur et en faisant agir lentement celui-ci, on ne tarde pas à voir les macroblastes apicilaires gagner peu à peu l'extérieur, sortant de l'assise épithéliale, qui demeure intacte. Une nouvelle démonstration se trouve ainsi fournie de l'origine des macroblastes : étrangers à l'épithélium, simplement accolés à ses cellules, ils s'en séparent sous la moindre pression, tandis que ce tissu conserve son intégrité normale.

» De l'ensemble de ces faits, soit d'observation, soit d'expérimentation, se dégagent les deux conclusions suivantes : 1° Les macroblastes sont d'origine conjonctive ; 2° La localisation fréquente de ces éléments au sommet des papilles branchiales se trouve en rapport avec la faible résistance de l'épithélium sur cette région apicilaire. En rapprochant ces notions nouvelles de celles qui ont été exposées dans mes Communications précédentes, on voit qu'elles sont étroitement connexes et se corroborent respectivement. »

ZOOLOGIE. — *Sur les rapports des Lépismides myrmécophiles avec les Fourmis.* Note de M. **Charles Janet**, présentée par M. Emile Blanchard.

« Les nombreuses espèces d'animaux qui vivent dans les fourmilières et que l'on qualifie, pour cette raison, de *Myrmécophiles*, ont, avec les Fourmis, des rapports très variés ([1]).

» Un certain nombre de Staphylinides, tels que *Myrmedonia funesta*, étudiés en particulier par Wasmann, capturent les Fourmis à l'entrée de leurs galeries, ou les larves, dans les profondeurs du nid, et les dévorent (*myrmécophagie*).

» Des Nématodes ([2]) viennent s'installer dans les glandes pharyngiennes des Camponotides pour y accomplir une période larvaire (*parasitisme interne*).

» Des Acariens se fixent sur les différentes parties du corps des Fourmis et en particulier sur leur tête et sur leurs pattes (*parasitisme externe*).

» Un bon nombre d'Arthropodes ne viennent guère dans les nids des Fourmis que pour y chercher des détritus, dont ils savent tirer parti, ou pour y trouver des conditions favorables à leur existence, et ils sont traités avec indifférence par leurs hôtes. C'est le cas d'un petit Crustacé isopode, le *Platyarthrus Hoffmanseggi*, qui est si commun dans les fourmilières de toute l'Europe. On a donné le nom de *synœkétisme* à cette réunion, dans

---

([1]) On trouvera la liste raisonnée des animaux myrmécophiles dans un Ouvrage récent, bien utile aux naturalistes qui étudient les Fourmis : Wasmann Erich, *Kritisches Verzeichniss der myrmekophilen und termitophilen Arthropoden;* Berlin, 1894.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 700; 1893.

un même nid, d'une espèce myrmécophile avec des Fourmis, lorsqu'il n'y a, entre elles, aucun rapport direct.

» Un bon nombre de Staphylinides et de Psélaphides vivent normalement dans les fourmilières. Ils portent, sur la région dorsale, des touffes de poils correspondant à des glandes dont la sécrétion est très recherchée des Fourmis qui, en échange, leur dégorgent volontiers, devant la bouche, de la nourriture liquide. Il y a là, entre les Fourmis et leurs hôtes, une symbiose à avantages réciproques, qui constitue la *myrmécoxénie* d'Emery. Wasmann a montré que, chez les Staphylinides myrmécophiles, la réduction, plus ou moins prononcée, des palpes était, pour ainsi dire, l'expression du degré de dépendance de ces insectes vis-à-vis des Fourmis qui les hébergent.

» Cette dépendance est poussée au dernier degré chez le *Claviger testaceus*, qui se rencontre assez fréquemment dans les fourmilières des environs de Paris. Bien que, dans les nids artificiels, on puisse voir ces Coléoptères s'installer, de temps à autre, sur des larves mortes qu'ils semblent sucer momentanément, on peut dire que leur véritable nourriture est seulement celle qui leur est donnée par leurs hôtes, car ils meurent rapidement lorsqu'ils en sont séparés.

» Quant aux Pucerons, ce ne sont pas de véritables myrmécophiles. Ils sont, il est vrai, très recherchés par les Fourmis qui en tirent une nourriture abondante et qui, par contre, peuvent leur procurer une protection plus ou moins efficace; mais ils ne demandent et ne prennent rien aux Fourmis et ils peuvent, en général, parfaitement se passer d'elles.

» Les Lépismides sont, depuis longtemps, cités parmi les animaux myrmécophiles; mais leurs rapports avec les Fourmis n'ont pu, jusqu'ici, être reconnus que très incomplètement. J'ai eu l'occasion d'observer, dans mes nids artificiels, des *Lepismina polypoda* Grassi, capturés avec une colonie de *Lasius umbratus* Nyl., race *mixtus* Nyl.

» Dans un premier nid, j'ai installé des *Lepismina* sans Fourmis; dans un second, des *Lepismina* avec les Fourmis parmi lesquelles ils avaient été capturés.

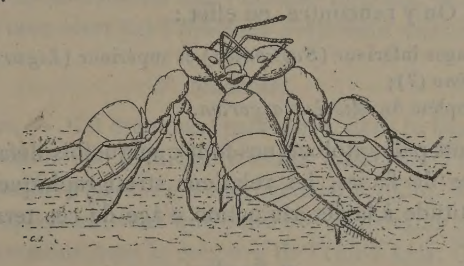
» Les *Lepismina* de l'élevage sans Fourmis reçoivent, comme nourriture, un mélange de miel, de sucre, de farine et de jaune d'œuf. Ils sont, au commencement de l'expérience, au nombre de vingt et un. Au bout de deux ans et six mois, il en reste encore neuf, qui sont en parfait état et qui mangent volontiers le miel liquide qu'on leur présente au bout d'un pinceau très fin.

» Les *Lepismina*, élevés en compagnie des Fourmis avec lesquelles ils ont été recueillis, sont beaucoup plus agités que ceux de l'autre nid. Ils circulent sans cesse et se faufilent au milieu des Fourmis, mais ils ont bien soin de ne jamais rester immo-

biles dans leur voisinage. Parfois je vois les Fourmis menacer les *Lepismina* et même se précipiter sur eux, mais ces derniers sont si agiles que je les vois toujours échapper à cette poursuite. Cependant, dans mes nids artificiels, où ils peuvent moins facilement se mettre en sûreté que dans les nids naturels, ils finissent par être capturés. Deux jours après l'installation, je trouve cinq cadavres que les Fourmis saisissent entre leurs mandibules et transportent au travers du nid. Pour sauver les survivants, j'installe l'élevage dans un nouveau nid dont certaines parties sont peu accessibles aux Fourmis ou, tout au moins, sont peu fréquentées par elles. Là, les *Lepismina* se tiennent longtemps au repos, tout à fait immobiles, mais lorsqu'une Fourmi isolée arrive encore à passer près de l'un d'eux, ce dernier ne manque jamais de faire un mouvement brusque pour se mettre hors de portée.

» Si, après avoir enlevé pendant quelques jours la mangeoire garnie de miel qui se trouve placée dans la chambre sèche du nid, on la remet en place, on voit plusieurs Fourmis venir y faire un long repas et lorsque, le jabot bien garni, elles rentrent dans les chambres habitées, elles sont assaillies par leurs compagnes qui viennent leur demander, avec leurs antennes, une part de la provision.

» Le partage commence aussitôt. L'approvisionneuse et la demandeuse se dressent un peu l'une devant l'autre. La première écarte ses mandibules, allonge son promuscis que sa compagne saisit avec ses maxilles, et dégorge des petites gouttelettes qui sont absorbées aussitôt.



» A partir de l'instant où les premières approvisionneuses sont rentrées dans les chambres habitées du nid, les *Lepismina* ont montré, par leur agitation, qu'ils ont perçu l'odeur du miel.

» Bientôt un bon nombre de Fourmis sont groupées par couples pour le dégorgement. Le corps légèrement redressé et, souvent, les pattes antérieures soulevées, elles laissent entre elles, au-dessous de leur tête, un certain intervalle. Dès qu'un *Lepismina* arrive près d'un semblable couple, il se précipite dans cet intervalle, relève fortement la tête, happe rapidement la gouttelette qui passe devant lui et se sauve vivement, comme pour échapper à une poursuite méritée. Mais les Fourmis, dressées l'une contre l'autre, ne sont pas assez libres de leurs mouvements pour pouvoir même simplement menacer l'audacieux voleur qui va, de suite, mettre un autre couple à contribution, et on le voit continuer impunément ce manège jusqu'à ce que sa faim soit calmée.

» Il faut conclure de ces observations que les *Lepismina polypoda* peuvent, bien réellement, se passer des Fourmis lorsqu'ils ont à leur dis-

position une nourriture appropriée; qu'ils sont tolérés dans les fourmilières pour cette bonne raison que, par leur agilité, ils savent échapper aux poursuites des Fourmis; qu'ils sont attirés dans les fourmilières par l'appât du liquide nutritif que les Fourmis emmagasinent dans leur jabot; que, contrairement à ce qui a lieu dans le cas de myrmécoxénie, les Fourmis ne donnent pas, d'elles-mêmes, ce liquide aux *Lepismina*, mais que ces derniers savent profiter d'une circonstance favorable pour s'en emparer furtivement (*myrmécocleptie*). »

GÉOLOGIE. — *Sur le bassin tertiaire de la vallée inférieure de la Tafna.* Note de M. L. **Gentil**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Ce bassin tertiaire a été étudié par M. Pouyanne ([1]) qui a reconnu et délimité les deux étages inférieur et moyen du Miocène. J'ai entrepris l'étude détaillée de cette région remarquable par ses éruptions basaltiques. La série tertiaire s'y montre plus largement représentée qu'on ne l'admettait jusqu'ici. On y rencontre, en effet :

» 1° Les deux étages inférieur (*Suessonien*) et supérieur (*Ligurien*) de l'*Éocène;*
» 2° De l'*Oligocène* (?);
» 3° La série complète du *Miocène algérien.*

» Les documents paléontologiques font quelquefois défaut; mais, en ce cas, les analogies de faciès, les relations stratigraphiques, donnent une assez grande certitude à la détermination d'âge de ces terrains tertiaires.

1° Éocène.

» *a. Suessonien.* — Je rapporte à cet étage les marnes verdâtres qui apparaissent dans la coupure de la Tafna, au nord du village de Montagnac, sur les deux rives du fleuve. Ces marnes sont délitescentes; elles renferment des alternances de petits lits de grès plus ou moins durs et se distinguent nettement par leur coloration des marnes helvétiennes qui les recouvrent en *discordance* et avec lesquelles elles ont été confondues jusqu'ici. Ces marnes se continuent par celles de la région d'Arlal, Bel-Abbès où elles ont été récemment caractérisées par des fossiles ([2]).

([1]) *Notice géologique sur la subdivision de Tlemcen* (*Annales des Mines*, t. XII; 1877).
([2]) Pomel, *Stratigraphie générale de l'Algérie*, Alger; 1889.

» *b. Ligurien.* — Les *marnes* et *grès de Tahouaret* doivent être attribués à l'éocène supérieur. Ces assises répondent bien, en effet, à la description qu'a donnée M. Ficheur de cet étage en Kabylie. D'autre part, M. Repelin, dans sa Thèse de doctorat ([1]), vient de décrire des lambeaux de ce terrain qui relient le *Ligurien* de la Tafna à son important développement dans l'est.

2° Oligocène (?).

» M. Pouyanne a d'abord décrit, sous le nom de *Terrain rouge de la Basse-Tafna*, un ensemble d'assises conglomérées, chargées d'oxyde de fer, qu'il a rattachées ensuite au Miocène inférieur des Traras. Une telle assimilation me paraît difficile par suite de la différence très nette de composition lithologique et d'allure de ces deux terrains, cependant, bien rapprochés. En effet, le *Cartennien* des Traras présente le faciès typique du *Cartennien* du département d'Alger, tandis que le *Terrain rouge de la Basse-Tafna* est, en tous points assimilable aux dépôts d'atterrissements de la province d'Alger classés par M. Ficheur dans l'*Oligocène*. Dans notre région, ce terrain repose en *discordance* sur l'Éocène ligurien. Il a été fortement démantelé; il est recouvert par l'*Helvétien* nettement discordant.

3° Miocène.

» *a. Cartennien.* — Cet étage est représenté, dans le bassin de la Tafna, sur sa bordure occidentale, à la limite est du massif des Traras où il a été très bien décrit par M. Pouyanne. Je ne signalerai qu'un fait intéressant à son sujet, c'est l'aspect schisteux que présente en certains points son assise marneuse et notamment dans la coupure de l'Oued Agla. Ce faciès spécial a fait confondre cette assise en divers points avec de l'oxfordien ou même des phyllades. On a en réalité affaire à du métamorphisme par compression dû aux phénomènes de recouvrement par des calcaires liasiques que j'ai observés dans toute la bordure nord du massif des Traras ([2]).

» *b.* L'*Helvétien* doit être limité à son assise inférieure de poudingue et ses alternances argilo-gréseuses à *Ostrea crassissima*. Les calcaires blancs coralligènes doivent être rattachés à l'étage supérieur du Miocène. L'*Helvétien* de la Tafna est fortement relevé dans la petite chaîne des Seba Chioukh; il l'est également dans l'ouest à la limite du bassin, où il s'appuie sur le Miocène inférieur.

([1]) Paris, décembre 1895.

([2]) Ces phénomènes ont déjà été remarqués par M. Ficheur, qui se propose d'en parler dans un Mémoire en cours d'impression, sur le massif de Blida.

» c. *Sahélien*. — Le *calcaire à polypiers* des Seba-Chioukh a été rattaché jusqu'ici à l'*Helvétien*. D'après M. Ficheur, M. Repelin qui l'a récemment visité a constaté nettement sa *discordance angulaire* sur les alternances argilo-gréseuses de l'*Helvétien*. Je puis confirmer cette discordance en plusieurs autres points du bassin.

» D'autre part, j'ai pu suivre cet horizon depuis son développement important, à Oran, où son âge est bien établi. Le calcaire coralligène qui, en cet endroit, forme l'assise supérieure du *Sahélien* se prolonge vers l'ouest où il avait été limité à la vallée de l'Oued Ameria ([1]). Plus loin, la Mersa-Bou-Zedjar montre dans cet étage un développement assez important de marnes dont la partie supérieure renferme des bancs de calcaire blanc passant latéralement au calcaire massif.

» A partir de là le *Sahélien* disparaît complètement sous une couverture *pliocène* jusqu'à la vallée de l'Oued Hallouf, à l'ancienne mine de Kamerata. Sa continuité néanmoins n'est pas douteuse. Un témoin de cet étage apparaît dans l'intervalle, à la faveur de la vallée de l'Oued Sassel, à l'embouchure de cette rivière. On observe là le calcaire blanc plongeant vers l'ouest et recouvert, en *discordance*, par les sables pliocènes. A partir de Kamerata le calcaire à polypiers prend un développement important : il constitue tout le plateau de Sidi-Safi et divers lambeaux aux environs de Beni-Saf.

» Dans la vallée de la Tafna l'étage est considérablement démantelé. Il ne montre que des témoins isolés, parfois de très faible étendue, mais suffisants pour montrer l'extension de la *mer sahélienne* qui s'est étendue en transgression jusqu'à la limite des Traras. »

M. C.-H. Verdhurt adresse une Note relative à un « système d'appareil de transmission, multipliant à la fois la force et la vitesse des machines, et supprimant le point mort, sans volant, à l'aide d'un seul cylindre ».

M. Menges adresse, de La Haye, un complément à la Note publiée par lui, en 1884, sur la production des basses températures.

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

([1]) Pomel, *loc. cit.*